

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME SOIXANTE-NEUVIÈME.

JUILLET — DÉCEMBRE 1869.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1869

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, RUE DE SEINE-SAINT-GERMAIN, 10, PRÈS L'INSTITUT.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 JUILLET 1869.

PRÉSIDENCE DE M. CLAUDE BERNARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. Chevreul fait hommage à l'Académie de l'Atlas qui doit accompagner son « Histoire des principales opinions que l'on a eues de la nature chimique des corps, de l'espèce chimique et de l'espèce vivante ». (Extrait du tome XXXVIII des *Mémoires de l'Académie des Sciences.*)

ASTRONOMIE. — *Examen de la discussion soulevée au sein de l'Académie des Sciences, au sujet de la découverte de l'attraction universelle* [suite (1)]; *par* **M. Le Verrier.** [Extrait par l'Auteur (2).]

« En nous limitant avec soin aux intérêts astronomiques, nous avons précisé l'état de la question en litige. Il nous faut maintenant étudier les faits de l'histoire connus, les assertions qu'on leur oppose, et peser mûrement les arguments produits de part et d'autre, afin de prononcer en connaissance de cause.

(1) *Voir* la séance du lundi 21 juin, t. LXVIII, p. 1425.

(2) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier au *Compte rendu*.

II. — PREMIÈRES QUESTIONS. — Y A-T-IL EU DES RELATIONS ENTRE PASCAL ET NEWTON? — LES ÉCRITURES DES PIÈCES SONT-ELLES AUTHENTIQUES? — DU STYLE DE CES PIÈCES.

» 1. Nous ne reprendrons pas devant l'Académie les détails de la discussion à laquelle a donné lieu la question de savoir s'il y a véritablement eu des relations entre Pascal et Newton. Il est seulement indispensable de rappeler, afin qu'on l'ait présente à l'esprit, la conclusion à laquelle on est arrivé.

» Si l'on en croyait les pièces de la *Collection* de M. Chasles, dix-neuf personnes au moins auraient témoigné par écrit de la réalité des relations de Pascal avec Newton qui en aurait lui-même instruit tout le monde. Ces nombreuses pièces auraient été à l'origine distribuées entre vingt-quatre personnes, savoir : Newton, Pascal, Louis XIV, le roi Jacques, Boyle, Hooke, Desmaizeaux, Mme Périer, l'abbé Périer, Baillet, l'abbé Bignon, Boulliau, Clerselier, Fontenelle, Gassendi, Huyghens, de Jaucourt, Jordan, Labruyère, Malebranche, Mariotte, Remond, Rohault, Saint-Évremond. Aujourd'hui le tout se retrouverait dans un même portefeuille (LXV, 91, 124, 186 à 193, 263 à 272, 550 à 554, 682 à 689).

» En admettant la véracité des Documents et leur répartition primitive entre tant de mains, comment croire que rien n'aurait échappé au collectionneur? serait-il possible qu'il n'en fût resté aucune trace ni en Angleterre ni en France, soit dans les manuscrits, soit dans les livres? et que tant de dépositaires eussent gardé un silence inexcusable envers la science?

» M. Chasles lui-même ne l'a pas pensé; car, après avoir expliqué, dans la séance du 12 août 1867, que Newton *cherchait, à la mort de ses amis, à faire rentrer les lettres qu'il leur avait écrites*, et qu'il en avait ainsi usé à l'égard de Pascal, Mariotte, Malebranche et Saint-Évremond (LXV, 271), deux mois plus tard, dans la séance du 21 août, notre confrère s'exprimait en ces termes :

« La question dominante dans cette longue polémique, je l'ai dit le premier
» jour où est intervenu sir Brewster, et répété depuis plusieurs fois, est de
» savoir s'il a existé des relations entre Pascal et Newton. Eh bien, M. Brews-
» ter n'a jamais dit un mot sur ce point capital. Quand il a fallu juger des
» écritures, il s'est adressé aux différents membres de la famille de Newton,
» et a rapporté leurs dénégations. J'ose espérer qu'il voudra bien recourir

» encore à cette noble famille, et s'enquérir si l'on ne pourrait pas retrou-
» ver quelques traces de ces relations qui auraient existé entre Pascal et
» Newton..... (LXV, 660). »

» Le reproche adressé par M. Chasles à sir David Brewster de n'*avoir jamais dit un mot sur ce point capital* n'est pas fondé : car dans sa Lettre du 6 août, adressée à M. Chevreul, sir David avait déjà écrit :

« Ayant soigneusement examiné tous les papiers et la correspondance de
» sir Isaac Newton, qui se conservent à Hurtsbourne Park, résidence d'une
» personne de sa famille, M. le comte de Portsmouth, je n'hésite pas à
» dire qu'aucune Lettre de Pascal à Newton, ni aucune pièce contenant le
» nom de Pascal n'existent dans cette collection (LXV, 261). »

» Toutefois, répondant à l'appel de M. Chasles, sir Brewster a fait successivement parvenir à l'Académie une nouvelle déclaration personnelle, et en outre les attestations de lord Porstmouh, de lady Macclesfield et de M. Bond, que nulle part dans les collections des papiers de Newton on ne rencontre une trace quelconque d'une prétendue correspondance entre Newton et Pascal.

» On sait d'ailleurs qu'on ne connaît en France ni un manuscrit ni un livre qui parle de relations entre ces deux grands hommes.

» Concluons donc sur ce point, *capital* suivant M. Chasles lui-même, que l'assertion qu'il aurait existé des relations entre Pascal et Newton n'est étayée sur rien, en dehors des pièces de la *Collection*; et que celles-ci restent dans leur isolement absolu.

» 2. Nous serons également très-bref sur l'authenticité des écritures.

» Les contradicteurs de M. Chasles ont insisté pour une expertise régulière. M. Faugère, entre autres, qui a consacré de longs travaux à restituer le texte des *Pensées* de Pascal, et dont M. Chasles reconnaît la compétence dans une pareille question (LXV, 203), aurait voulu que l'Académie invitât officiellement M. le Directeur de la Bibliothèque impériale à soumettre à l'examen des Membres les plus compétents de son Administration les documents produits, et avant tout les écrits attribués à Pascal (LXV, 643).

» M. Chasles ne récuse nullement la comparaison de ses Documents avec le Manuscrit des *Pensées* (LXV, 437). Mais il repousse l'enquête qui serait faite par M. l'Administrateur et MM. ses collègues de la Bibliothèque impériale : il ne les regarde pas comme des experts en écriture, et les éléments de comparaison leur manqueraient absolument.

» S'il considère l'enquête restreinte et à huis-clos comme inadmissible, notre confrère rappelle qu'il a invoqué, il invoque de nouveau une enquête générale de la part de toutes les personnes qui prennent intérêt à la question. Il a communiqué, il communiquera ses Documents à qui voudra les voir (LXV, 620; LXVII, 429, 431, 473).

» Ce dernier mode d'opération, qui ne saurait offrir de garanties suffisantes, a du reste tourné lui-même contre M. Chasles. Qu'il s'agisse des écritures de Pascal, ou de Newton, ou de Jacques II, tous ceux qui ont consenti à les examiner et à donner leur avis se sont prononcés contre l'authenticité des pièces. Mais alors M. Chasles récuse l'autorité de ceux qu'il avait appelés, et de même qu'il refuse d'admettre que les Administrateurs de la Bibliothèque impériale puissent être regardés comme des experts en écriture, il repousse également le jugement des Conservateurs du Département des Manuscrits au Musée britannique. « Ces Messieurs, dit-il, ne sont » pas des experts en écriture. »

» Si l'expertise irrégulière n'a pas été favorable; si pour échapper à ses conséquences, M. Chasles est obligé d'objecter aux Conservateurs des Manuscrits, en France et en Angleterre, qu'ils ne sont pas des experts en écriture, comment notre confrère n'aperçoit-il pas qu'il n'a dès lors d'autre ressource que d'invoquer le témoignage d'experts réguliers, guidés s'il le faut par une Commission d'hommes scientifiques? S'il rejette l'opinion des Administrateurs de la Bibliothèque impériale et des Conservateurs du Musée britannique, c'est-à-dire le témoignage des hommes qui vivent au milieu des manuscrits, les comparent, les apprécient, les connaissent et sont chargés de juger de leur authenticité quand il s'agit d'en acheter de nouveaux, comment pourrait-il persister dans l'invitation qu'il nous fait, à nous autres savants, de juger nous-mêmes de l'authenticité des écritures? Nous nous y refusons pour notre part. Ce n'est pas que nous n'ayons examiné avec soin les pièces déposées à l'Académie par M. Chasles, ainsi que la collection de *fac-simile* publiée par M. Faugère. Notre impression ne serait nullement favorable à l'authenticité des pièces en discussion.

» Nous concluons donc à ce que M. Chasles, cessant de récuser les experts en écriture parce qu'ils ne sont pas des savants, et les hommes de science à leur tour parce qu'ils ne sont pas des experts en écriture, veuille bien accepter une vérification régulière de l'ensemble de ses Documents. Jusque-là, il faudra tenir pour bonne, celle qui s'est faite dans la forme qu'il a lui-même choisie : personne ne lui a donné raison.

» **3.** Le style des écrits attribués à Pascal et à d'autres savants témoigne à son tour contre l'authenticité des Manuscrits. MM. Faugère et Th.-H. Martin, entre autres, ont signalé une foule de locutions extraordinaires qu'il est vraiment impossible d'attribuer à l'auteur des *Pensées*. Ne citons ici que l'une d'elles; nous aurons l'occasion d'en signaler d'autres quand nous en découvrirons l'origine.

» Pascal aurait écrit : « Ce fut Galilée qui le premier *m'initia cette idée* » dans une Lettre..... (LXV, 590, 989). »

» Pascal aurait écrit : « Ce n'est point M. Descartes qui *m'initia ces* » *expériences* sur la pesanteur de la masse de l'air (LXV, 590). »

» Montesquieu aurait écrit : « Une idée nouvelle touchant la cause de » la pesanteur DONT déjà Newton *avait été initié par* Pascal..... (LXV, 268, 989)! »

» Hobbes aurait écrit : « Il a fallu à M. Newton retravailler, polir, refaire » pour ainsi dire les projets *que lui avait initiés* M. Pascal (LXV, 264). »

» Aubrey aurait écrit : « Je luy demanday de qui il tenoit les premières » notions de ces sciences et qui *les lui avoit initiées*..... (LXV, 264, 989). »

» Newton aurait écrit : « Ce sont des François qui les premiers *m'ont* » *initié le culte des sciences*..... (LXV, 550). »

« Peut-on, ajoute M. Th.-H. Martin, attribuer à nos grands prosateurs » des phrases telles que les suivantes?

« Newton étoit *un* grand observateur de toutes choses. Aussy prenoit-il » *notes* de tout ce qui luy présentoit quelque intérest *pour connoissances* » *humaines*. » MONTESQUIEU. (LXV, 269, 989.)

« Ils (Newton et Pascal) entretinrent ces relations pendant quelques » années, c'est-à-dire *jusqu'en fin de la vie de M. Pascal*. » MONTESQUIEU. (LXV, 268, 989)

» M. Chasles ne s'arrête pas aux incorrections du style : elles sont, dit-il, très-communes dans les correspondances familières de l'époque (LXV, 1020; LXVII, 11).

» On ne saurait douter que les correspondances familières ne renferment de fréquentes négligences de style. Toutefois on remarque ici de trop singulières coïncidences.

» Que cette locution vicieuse : *initier une idée*, *initier des expériences*, *initier le culte des sciences*, se fût rencontrée sous la plume d'un seul Anglais, il n'y aurait pas lieu de s'en étonner. Mais, si elle se présente identique sous

la plume de trois Anglais, Hobbes, Aubrey, Newton; et si deux des plus illustres écrivains de la France, Pascal et Montesquieu, viennent aussi à l'employer, on se trouve conduit à penser que cette quintuple coïncidence entre des écrivains de nationalités diverses trahit une origine unique et plus que suspecte.

» A l'égard de cette phrase si extraordinaire prêtée à Pascal : *J'ay pour le prouver un bon nombre d'observations de toutes sortes dont personne n'a encore parlé, et partant eu connoissance, tant sur l'attraction et de ses lois avec les phénomènes* (LXV, 91), nous en découvrirons plus tard l'origine.

» L'examen du style attribué à Pascal, à Montesquieu, etc., conduit donc à prononcer contre l'authenticité des Pièces.

» Il serait d'ailleurs facile de s'éclairer à cet égard. Car, si l'on ne veut point admettre qu'il y ait des experts en écriture capables à la Bibliothèque impériale, nous avons du moins à l'Académie française des confrères fort experts en l'art du style, et qui sauraient se prononcer sur le point de savoir si les Notes et Lettres de la *Collection*, attribuées à Pascal, peuvent provenir de l'auteur des *Pensées* et des *Provinciales*.

III. — De l'origine des Pièces.

« *On peut s'étonner que les nombreuses correspondances de personnes très-* » *diverses se trouvent réunies aux Lettres mêmes que Newton recevait de ses* » *amis.* » M. Chasles donne, sur ce point délicat, l'explication suivante que nous avons déjà rappelée :

» Newton cherchait, à la mort de ses amis, à faire rentrer les Lettres qu'il leur avait écrites. Il aurait insisté près de Mme Périer et de l'abbé Périer pour obtenir les Lettres qu'il aurait adressées à Pascal; et il aurait de même réclamé les Lettres écrites par lui à Mariotte, à Malebranche et à Saint-Évremond. Une Lettre attribuée à Labruyère parle même d'un voyage que Newton aurait fait en France, presque incognito, pour chercher certains documents manuscrits qu'il aurait été très-heureux de retrouver (LXV, 271, 272).

» A la mort de Newton, l'ensemble de ces pièces aurait passé dans le cabinet de Desmaizeaux (LXV, 271), puis le tout, ou seulement une partie, aurait été, à la mort de Desmaizeaux, vendu à un Français grand collectionneur, le chevalier Blondeau de Charnage (LXV, 621).

» Toutefois, les Documents de la *Collection* de M. Chasles ne proviendraient pas de cette source unique (LXV, 719). Ils auraient, au contraire,

des origines très-diverses, ainsi qu'on le voit par des notes apposées, dans le siècle dernier, sur les *liasses* (LXV, 690) des manuscrits, notes qui sont de la main du collectionneur.

» Sir Brewster objecte, en ce qui concerne Desmaizeaux, qu'il est difficile d'admettre que de tels documents aient été en sa possession. Il les aurait eus *depuis* 1727, *année de la mort de Newton*, et en aurait dès lors fait usage dans le *Dictionnaire général* publié de 1734 *à* 1740. *Des biographies fort étendues de* Descartes, Galilée, Huyghens, Leibnitz, Newton et Pascal *ont été publiées dans ce Dictionnaire général; celle de* Pascal *occupe dix pages in-folio, celle de Newton contient un grand nombre de ses Lettres; mais aucune de ces biographies ne présente la moindre allusion aux faits nombreux et nouveaux relatifs à l'histoire de l'astronomie et aux vies de ces savants, faits qui auraient été en la possession de Desmaizeaux* (LXV, 770).

» La Commission de l'Académie n'a pas eu, pendant sa courte existence, à porter son attention sur l'origine *primitive* des pièces. Il lui eût paru plus important d'en savoir la provenance *immédiate*, connaissance qui eût pu guider dans les recherches à entreprendre sur l'authenticité des Documents.

» Très-malheureusement, dans la séance tenue par la Commission, le lundi 19 août 1867, M. Chasles déclara qu'il ne donnerait aucune information sur la provenance immédiate de sa *Collection* : rien ne put faire fléchir cette résolution.

» Deux mois plus tard, M. Chasles écrivait, au sujet de ses manuscrits : « Quant à leur origine immédiate à mon égard, il me *suffit* de dire que la » famille, des plus honorables, dans laquelle ils se trouvaient, a pensé » qu'en raison de la nature de mes travaux, ces papiers pouvaient m'être » agréables, et me les a fait proposer (LXV, 622). »

» La Commission de l'Académie, on le sait, n'avait pas trouvé cette réponse *suffisante*. Il est contraire aux habitudes de la science, à celles de l'Académie, à celles de l'Astronomie en particulier, d'accorder aucune valeur à des documents auxquels se rattache quelque chose qui doit être caché. Si la déclaration de la provenance des pièces n'avait pas dû nuire à leur autorité, pourquoi l'aurait-on celée?

» La Commission eût encore désiré que M. Chasles voulût bien déposer l'ensemble *complet* de ses Documents, afin que chaque question fût traitée sur la totalité des pièces qui la concernent. M. Chasles s'y est également refusé. Chacun peut juger aujourd'hui si la Commission avait été prévoyante. Ce long procès, qui, depuis deux années, s'instruit devant l'Aca-

démie et a changé sans cesse de terrain, n'aurait pas été aussi obscur, si les pièces n'avaient pas été produites successivement.

» Nous conclurons sur ce premier point en réclamant de nouveau la connaissance de la provenance *immédiate* des pièces de la *Collection*. Si la famille qui les a fournies est aussi honorable que le pense M. Chasles, elle ne laissera pas plus longtemps notre vénéré confrère dans la nécessité de garder un silence mystérieux. Sinon, nous serons en droit de penser qu'on a, pour se cacher, des raisons que nous pénétrerons peut-être en partie.

» Sur la demande de M. Brewster, M. Chasles a envoyé en Angleterre plusieurs pièces attribuées à Newton. Il a été reconnu que ces pièces sont copiées d'une Lettre de Newton à l'abbé Conti et d'une réplique de Clarke, imprimées dans le Recueil de Desmaizeaux. M. Chasles répond que les pièces fournies par lui sont les originaux de Lettres et Notes confidentielles adressées par Newton à Desmaizeaux et à Clarke (LXV, 544).

» Une Lettre que Pascal aurait écrite à Newton le 20 mars 1659, est imprimée aux *Comptes rendus* (LXV, 382). Suivant M. Faugère, cette Lettre est imitée du P. Guenard (1). M. Chasles répond que c'est le P. Guenard qui aura consulté la Lettre de Pascal à Newton (2).

» Une Lettre que Pascal aurait écrite à la Reine Christine, le 2 octobre 1650, ayant été communiquée par M. Chasles à M. Faugère, ce dernier a montré qu'elle est un plagiat complet de l'éloge de Descartes par Thomas (3). M. Chasles répond que c'est bien plutôt Thomas qui aura copié la Lettre de Pascal à la Reine Christine (4).

» Une Lettre attribuée à Malherbe par M. Chasles est identique à un long article de Voltaire sur Rabelais.

» Une série de Notes ou de Lettres sur l'art dramatique, attribuées par M. Chasles à Rotrou, sont identiques à des passages de l'ouvrage sur le Théâtre français, du Duc de la Vallière (5).

» Bornons-nous à prendre acte de ces diverses coïncidences et occupons-nous spécialement des pièces scientifiques.

---

(1) *Défense de B. Pascal, et accessoirement de Newton, Galilée, Montesquieu, contre les faux Documents présentés par M. Chasles à l'Académie des Sciences;* par M. Faugère, p. 77.

(2) *Sur l'ouvrage de M. Faugère intitulé : Défense de B. Pascal...*, par M. Chasles, p. 38.

(3) *Défense de B. Pascal...*, par M. Faugère, p. 78.

(4) *Sur l'ouvrage de M. Faugère...*, par M. Chasles, p. 37.

(5) *Sur l'ouvrage de M. Faugère...*, par M. Chasles, p. 38.

» Dans la séance du 12 avril 1869, un honorable ingénieur, M. Breton (de Champ) a écrit à l'Académie pour « indiquer un ouvrage publié en 1764, » dans lequel ont dû être copiés, en totalité ou en partie, une vingtaine » des documents manuscrits que l'on a présentés comme provenant de Pas- » cal (LXVIII, 862). Cet ouvrage est l'*Histoire des Philosophes modernes*, par » Savérien, qui a paru, dans les années 1761 et suivantes. Dans le quatrième » volume, qui porte la date de 1764, se trouve l'article consacré à Newton. » A la suite de la partie historique de cet article vient une Exposition du » *Système du monde de Newton*. » Or cette Exposition renferme non-seulement la substance, mais aussi le texte complet de la plupart des Notes et Observations relatives à ce système, qui ont été présentées à l'Académie, comme étant de Pascal.

» M. Chasles (séance du 19 avril 1869, LXVIII, 885) reconnaît l'identité du texte d'une vingtaine des Notes communiquées par lui, avec le texte de Savérien. Mais il estime que c'est Savérien qui a été le copiste; Savérien aurait eu les Notes de Pascal entre les mains. « Ces pièces se trouvaient alors » dans la riche collection d'objets précieux en tous genres que possédait » Mme de Pompadour. Montesquieu les connaissait parfaitement... Savérien » lui ayant été recommandé par J. Bernoulli, il l'a recommandé à son » tour à Mme de Pompadour, qui l'a accueilli et a mis à sa disposition les » manuscrits qui pouvaient lui être utiles pour ses travaux. » Pour appuyer ces assertions, M. Chasles produit diverses pièces attribuées à Montesquieu, à Savérien et à la trop fameuse Marquise (LXVIII, 887).

» Mais M. Breton (de Champ) réplique (séance du 26 avril 1869), que ce système de preuves, toujours le même et qui consiste à certifier des pièces arguées de fausseté par d'autres pièces de même origine, n'a aucune valeur. Comprend-on d'ailleurs que Savérien à son tour soit malhonnête à ce point, qu'ayant en main la preuve que la découverte de la gravitation universelle est due à Pascal, un Français, il se plaise à l'attribuer à Newton, un Anglais, et pousse la malice jusqu'à se servir du texte même d'écrits de Pascal pour glorifier Newton? On ne saurait l'admettre.

» Pour prononcer avec sécurité sur ce point délicat, et qui peut avoir une importance décisive, il est indispensable de reproduire le texte même de Savérien, et de placer en regard celui des Pièces en discussion.

» Nous soulignons dans les deux textes les parties qui offrent entre elles quelque différence. Le texte romain est en entier commun de part et d'autre, et il en est de même des passages que nous remplaçons par des points, pour abréger.

Texte de Savérien, t. IV, p. 36.
Système du Monde de Newton.

I. Les Observations astronomiques apprennent que toutes les Planètes se meuvent dans une courbe autour du centre du Soleil, qu'elles sont accélérées dans leur mouvement à mesure qu'elles approchent de ce globe, et qu'elles sont retardées à proportion qu'elles s'en éloignent; tellement qu'un rayon tiré de chacune de ces Planètes au Soleil, décrit des aires ou des espaces égaux en temps égaux. Mais afin que ces grands corps décrivent cette courbe autour du Soleil, il faut qu'ils soient animés par une puissance qui fléchisse leur route en ligne courbe et qu'elle soit dirigée vers le Soleil même; et comme cette puissance varie toujours de la même manière que la gravité des corps qui tombent sur la Terre, on doit conclure qu'elle n'est autre chose que la gravité même des Planètes sur le Soleil. D'où il suit, suivant la théorie de la gravité, que la puissance de la pesanteur des Planètes augmente comme le quarré de la distance du Soleil diminue.

II. *On doit conclure de ce raisonnement, que* la puissance qui agit sur une Planète plus proche du Soleil est ÉVIDEMMENT plus grande que celle qui agit sur une Planète plus éloignée....................; et comme le rayon de son orbite est quatre fois moindre que le rayon de la Planète la plus éloignée, son orbite serait quatre fois plus courbe.

Mais si la vitesse *de la* Planète est double de celle *de l'*autre, et que son orbite soit quatre fois plus courbe que la sienne,..... .... En comparant ainsi les mouvemens de toutes les Planètes, on trouve que leurs gravités diminuent comme les quarrés de leurs distances au Soleil augmentent.

On peut conjecturer et même inférer *de là*, qu'il y a une puissance semblable à la gravité des corps pesans sur la Terre, qui s'étend du Soleil à toutes les distances.....

Pièces attribuées à Pascal et insérées au tome LXV des Comptes rendus.

Les observations astronomiques apprennent que toutes les planètes se meuvent dans une courbe autour du centre du Soleil; qu'elles sont accélérées dans leur mouvement à mesure qu'elles approchent de ce globe, et qu'elles sont retardées à proportion qu'elles s'en éloignent; tellement qu'un rayon tiré de chacune de ces planètes au Soleil décrit des aires ou des espaces égaux en temps égaux. Mais, afin que ces grands corps décrivent cette courbe autour du Soleil, il faut qu'ils soient animés par une puissance qui fléchisse leur route en ligne courbe et qu'elle soit dirigée vers le Soleil même. Et comme cette puissance varie toujours de la même manière que la gravité des corps qui tombent sur la Terre, on doit conclure qu'elle n'est autre chose que la gravité même des planètes sur le Soleil. D'où il suit, suivant la théorie de la gravité, que la puissance de la pesanteur des planètes augmente comme le quarré de la distance du Soleil diminue. Pascal. (LXV, 92.)

La puissance qui agit sur une planète plus proche du Soleil est ORDINAIREMENT plus grande que celle qui agit sur une planète plus éloignée....................; et comme le rayon de son orbite est quatre fois moindre que le rayon de la planète la plus éloignée, son orbite serait quatre fois plus courbe. Pascal. (LXV, 132.)

Si la vitesse *d'une* planète est double de celle *d'une* autre *planète*, et que son orbite soit quatre fois plus courbe que la sienne,.. .... En comparant ainsi les mouvements de toutes les planètes, on trouve que leurs gravités diminuent comme les quarrés de leurs distances au Soleil augmentent. Pascal. (LXV, 130.)

On peut conjecturer et même inférer qu'il y a une puissance semblable à la gravité des corps pesants sur la Terre, qui s'étend du Soleil à toutes les distances.............

. . . . ils ne pourroient avoir un mouvement aussi régulier qu'ils ont, s'ils n'étoient assujettis à l'action de la même puissance, à laquelle est en proie la Planète autour de laquelle ils font leur révolution.

. . . . . . ils ne pourroient avoir un mouvement aussi régulier qu'ils ont s'ils n'estoient assujettis à l'action de la mesme puissance à laquelle est en proie la planète autour de laquelle ils font leur révolution. PASCAL. (LXV, 133.)

III. *Concluons donc que* la gravité affecte toute la masse des corps également, et *que* c'est une propriété inhérente à la matière . . . . Ainsi il est possible d'estimer toutes les puissances du système du Monde dirigées à leur centre d'action, en déterminant la proportion de la quantité de matière des corps célestes à celle de notre Terre, par les règles *suivantes*.

On connaît la puissance de la gravité sur la Terre, par la descente des corps pesans, ... on peut déterminer la proportion de la gravité d'une Planète vers le Soleil, et d'un Satellite vers sa Planète, à la gravité de la Lune vers la Terre, *à* leurs distances respectives.

La gravité affecte toute la masse des corps également; et c'est une propriété inhérente à la matière . . . . Ainsi, il est possible d'estimer toutes les puissances du système du Monde dirigées à leur centre d'action, en déterminant la proportion de la quantité de matière des corps célestes, à celle de nostre terre par les règles que j'établiray. PASCAL. (LXV, 130.)

On connoît la puissance de la gravité sur la terre, par la descente des corps pesans, ... on peut déterminer la proportion de la gravité d'une planète vers le Soleil, et d'un satellite vers sa planète, à la gravité de la lune vers la terre, *et* leurs distances respectives. PASCAL. (LXV, 92.)

Il ne faut pour cela que, conformément à la loi générale de la variation de la gravité, calculer les forces qui agiroient sur ces corps à distances égales du Soleil, de Jupiter, de Saturne, et de la Terre, et ces forces donnent la proportion de matière contenue dans ces différens corps. C'est par ces principes qu'on trouve que les quantités de matière du Soleil, de Jupiter, de Saturne et de la Terre, sont entre elles comme les nombres

$$1, \frac{1}{1067}, \frac{1}{3021}, \frac{1}{169282}.$$

Il ne faut pour cela que, conformément à la loi générale de la variation de la gravité, calculer les forces qui agiroient sur ces corps à distances égales du soleil, de Jupiter, de Saturne et de la terre. Et ces forces donnent la proportion de matière contenue dans ces différents corps. C'est par ces principes qu'on trouve que les quantités de matière du soleil, de Jupiter, de Saturne et de la terre sont entre elles comme les nombres

$$1, \frac{1}{1067}, \frac{1}{3021}, \frac{1}{169282}.$$

PASCAL. (LXV, 93.)

La proportion des quantités de matière contenues dans ces corps étant ainsi déterminée, et leur volume étant connu par les Observations astronomiques, on calcule aisément combien de matière chacun d'eux contient dans le même volume : ce qui donne la proportion de leurs densités, qu'on exprime par ces nombres : 100, 94 $\frac{1}{2}$, 67 et 400. *Ainsi* la Terre est plus dense que Jupiter, et Jupiter plus dense que Saturne; de façon

La Terre est plus dense que Jupiter, et Jupiter plus dense que Saturne, de façon que les planètes les plus proches du Soleil sont les plus denses. La proportion des quantités de matière contenues dans ces corps estant ainsy déterminée, et leur volume étant connu par les observations astronomiques, on calcule aisément combien de matière chacun d'eux contient dans le même volume: Ce qui donne la proportion de leurs

que les Planètes les plus proches du Soleil sont les plus denses.

On trouve *encore* par ces règles que la proportion de la force de l'attraction ou gravitation réciproque du Soleil, de Jupiter et de la Terre à leur surface respective est en raison de ces nombres 10000, 943, 529, 435, respectivement, ce qui fait voir que la force de la gravité vers ces corps très inégaux entr'eux approche beaucoup de l'égalité à leur surface; tellement que, quoique Jupiter soit plusieurs centaines de fois plus grand que la Terre, la force de la gravité à sa surface n'est guère plus que du double de ce qu'elle est à la surface de la Terre; et la force de la gravité à la surface de Saturne n'est qu'environ un quart plus grande que celle des corps *terrestres*.

VI. Ce n'est pas seulement à une puissance attractive que les corps célestes sont en proie : ils sont encore livrés à un mouvement ou une force de projection, qui les fait circuler autour du Soleil, et qui combinée avec la force attractive, les oblige de décrire une ellipse, dont cet astre occupe le foyer.

Cette force de projection, qu'on nomme force centrifuge, varie continuellement, ... ; mais la force centrifuge produite par le mouvement circulaire autour du Soleil augmente en plus grande proportion.

La gravité prévalant dans la partie la plus éloignée du Soleil, fait approcher la Planète de cet astre ; . . . . et par leurs actions, la Planète fait continuellement sa révolution de l'un à l'autre de ces deux points extrêmes de son orbite.

VII. C'est *ainsi que* par la théorie de la gravité et de la force de projection ou centrifuge, *on* explique le mouvement des Planètes. . . . . L'action de ces deux forces est surtout sensible *sur* la Lune, qui est le Satellite de la Terre.

L'orbite *de ce Satellite* et son mouvement changent continuellement à mesure qu'elle

densités qu'on exprime par ces nombres : 100, $94\frac{1}{2}$, 67 et 400. PASCAL. (LXV, 133.)

On trouve par ces règles que la proportion de la force de l'attraction ou gravitation réciproque du Soleil, de Jupiter et de la terre à leur surface respective, est en raison de ces nombres 1000, 943, 529, 435 respectivement. Ce qui fait voir que la force de la gravité vers ces corps très-inégaux entreux approche beaucoup de l'égalité à leur surface; tellement que, quoique Jupiter soit plusieurs centaines de fois plus grand que la Terre, la force de la gravité à sa surface n'est guère plus que du double de ce qu'elle est à la surface de la terre, et la force de la gravité à la surface de Saturne n'est qu'environ un quart plus grande que celle des corps *célestes*. PASCAL. (LXV, 132.)

Ce n'est pas seulement à une puissance attractive que les corps célestes sont en proie : ils sont encore livrés à un mouvement ou une force de projection qui les fait circuler autour du Soleil, et qui combinée avec la force attractive les oblige de décrire une ellipse dont cet astre occupe le foyer. PASCAL. (LXV, 132.)

J'ai dit que la force de projection qu'on nomme force centrifuge, varie continuellement, ... ; mais la force centrifuge produite par le mouvement circulaire autour du Soleil augmente en plus grande proportion. PASCAL. (LXV, p. 130.)

La gravité prévalant dans la partie la plus éloignée du Soleil, fait approcher la planète de cet astre; . . . . et par leurs actions la planète fait continuellement sa révolution de l'un à l'autre de ces deux points extrêmes de son orbite. PASCAL. (LXV, 133.)

C'est par la théorie de la gravité et de la force de projection ou centrifuge, *qu'on* explique le mouvement des planètes. L'action de ces deux forces est surtout sensible *dans* la Lune, qui est le satellite de la Terre. PASCAL. (LXV, 134.)

L'orbite *de la Lune, qui est le satellite de la Terre*, et son mouvement changent conti-

s'approche *ou* qu'elle s'éloigne du Soleil; et il est très-difficile de déterminer ces variations. Comme elles sont plus connues que celles des satellites de Jupiter et de Saturne, il *suffira d'exposer* la théorie de la Lune pour qu'on puisse juger de celle de ces satellites.

nuellement à mesure qu'elle s'approche *et* qu'elle s'éloigne du Soleil; et il est très-difficile de déterminer ces variations. Comme elles sont plus connues *cependant* que celles des satellites de Jupiter et de Saturne, il *suffit d'expliquer* la théorie de la lune pour qu'on puisse juger de celle de ces satellites. PASCAL. (LXV, 134.)

IX. *Outre les Planètes et les Satellites, on observe de temps en temps des corps qui ont des mouvements très-irréguliers, qu'on nomme* comètes, *lesquels sont néanmoins en proie aux forces centripète et centrifuge. Leur orbite n'est pas une ellipse comme celle des Planètes, mais une parabole, ou du moins une ellipse très-excentrique, qui a son foyer au centre du Soleil.*

Il faut, pour déterminer la route *de ces* Comètes, faire quelques observations pour s'assurer de leur mouvement, et on trouve ensuite que la loi de la gravitation a lieu ici comme *sur* les Planètes.

Il faut pour déterminer la route *des* comètes faire quelques observations pour s'assurer de leur mouvement, et on trouve ensuite que la loi de la gravitation a lieu ici comme *pour* les planètes. Mais cette loi paraît bien plus exactement observée dans le mouvement de la terre. PASCAL. (LXV, 134.)

X. Mais cette loi paraît être *bien* plus exactement observée dans le mouvement de la Terre. Comme *ce* globe a une rotation diurne sur son axe, on remarque que la gravité des parties sous l'Équateur est diminuée par la force centrifuge produite par *sa* rotation; que la gravité des parties de l'un ou de l'autre côté de l'Équateur est moins diminuée à mesure que la vitesse de rotation est moindre; que la force centrifuge qui en résulte, agit moins directement contre la gravité de *ces* parties et que la gravité sous les Pôles n'est point du tout affectée par la rotation.

De là il suit qu'un corps sous l'équateur perd au moins $\frac{1}{289}$ de sa gravité, *et que* l'équateur doit *être* par conséquent $\frac{1}{289}$ fois pour le moins plus élevé que les Pôles. Et en calculant d'après ces principes les dimensions des deux axes ou diamètres de la Terre,

Comme *le* globe *de la Terre* a une rotation diurne sur son axe, on remarque que la gravité des parties sous l'équateur est diminuée par la force centrifuge produite par *la* rotation; que la gravité des parties de l'un ou de l'autre côté de l'équateur est moins diminuée à mesure que la vitesse de rotation est moindre; que la force centrifuge qui en résulte, agit moins directement contre la gravité de *ses* parties et que la gravité sous les pôles n'est point du tout affectée par la rotation. PASCAL. (LXV, 133.)

Un corps, sous l'équateur, perd au moins $\frac{1}{289}$ de sa gravité. L'équateur doit *estre* par conséquent $\frac{1}{289}$ fois pour le moins plus élevé que les pôles. Et en calculant d'après ces principes les dimensions des deux axes ou diamètres de la Terre, on trouve que le dia-

on trouve que le diamètre *à* l'Équateur est au diamètre aux Pôles comme 230 à 229, *comme l'apprennent, à peu de chose près, les observations astronomiques.*

mètre *de* l'équateur est au diamètre aux pôles comme 230 à 229. PASCAL. (LXV, 134.)

» On constate, à première vue, que l'Exposition de Savérien renferme non seulement la substance, mais le texte complet de la plupart des Notes relatives au système du monde et qui ont été présentées à l'Académie comme étant de Pascal. Mais ce qui est capital, c'est qu'inversement ces Notes embrassent, sauf quelques lacunes insignifiantes, toute la suite du texte de Savérien, et que, placées dans un ordre convenable, elles le reproduisent.

» C'est ainsi que les *trois* premiers *paragraphes* de Savérien résultent de *neuf* des Notes mises convenablement bout à bout. Quelques mots en plus ou en moins résultent nécessairement de ce que le texte de Savérien constitue une exposition suivie, tandis que les Notes devaient paraître indépendantes les unes des autres.

» On est en droit de se demander s'il est possible que des Notes écrites dans de telles conditions, dans un ordre et à des époques quelconques, suivant M. Chasles, et selon que les pensées s'offraient à leur auteur, se soient trouvées, après coup, de nature à composer une Exposition du système du monde complète, sans lacunes, et où les raisonnements se suivent didactiquement. Nous ne saurions l'admettre, et nous estimons que ce fait seul fournit une preuve indépendante que les prétendues Notes attribuées à Pascal sont bien des morceaux obtenus en découpant le Traité de Savérien.

» C'est ainsi que, placé en présence de cent petits morceaux de carton, celui-là qui, en les réunissant, est parvenu à composer une carte de France complète, juge que le hasard n'y saurait être pour rien, mais que les morceaux qu'il avait entre les mains ont été tirés de la carte totale découpée en pièces. Dans cette œuvre, toutefois, on n'aura pas manqué de commettre quelques maladresses de détail qui resteront comme des témoins du travail accompli. Ces maladresses ne manquent pas dans les Notes. Signalons-en quelques-unes.

» On lit dans la *quatrième* Note, t. LXV, p. 132 : « La puissance qui agit » sur une planète plus proche du Soleil est ORDINAIREMENT plus grande que » celle qui agit sur une planète plus éloignée. » Comment Pascal aurait-il pu écrire cet ORDINAIREMENT? comme s'il y avait eu quelque exception à la loi de la gravitation universelle! Telle est la question qu'on s'adressait et à

laquelle on a aujourd'hui une réponse. Le texte de Savérien porte ÉVIDEMMENT. Le copiste a fait erreur.

» La *quatrième* Note de la page 133 commence ainsi : « On peut conjec-
» turer et même *inférer* qu'il y a une puissance semblable à la gravité.... » Que fait là ce verbe *inférer*, c'est-à-dire *tirer la conséquence?* Le texte de Savérien porte *inférer de là*, parce que l'auteur vient d'établir les propositions dont il entend tirer une conséquence. Le faussaire s'est cru en règle en enlevant les deux particules *de là;* il a laissé le verbe *inférer,* qui suffit à le trahir.

» Dans la sixième Note de la page 132, la gravitation à la surface du Soleil est cotée 1000 au lieu de 10000. Tout astronome accoutumé aux chiffres sait qu'il n'y a qu'un copiste qui puisse se tromper ainsi sur le point important d'un court exposé.

Etc., etc. . . . .

» Mais voici une remarque significative. La *deuxième* Note, t. LXV, p. 133, est ainsi conçue : « La Terre est plus dense que Jupiter, et Jupiter plus
» dense que Saturne, de façon que les planètes les plus proches du Soleil
» sont les plus denses. La proportion des quantités de matières contenues
» dans ces corps estant ainsy déterminée, et leur volume étant connu par
» les observations astronomiques, on calcule aisément combien de matière
» chacun contient dans le même volume. Ce qui donne la proportion de
» leurs densités qu'on exprime par ces nombres : 100, $94\frac{1}{2}$, 67 et 400. »

» Cette Note, disait-on depuis longtemps, ne saurait être de Pascal. Comment cet illustre physicien aurait-il confondu les densités avec les masses? Comment, de la seule connaissance des rapports des densités de plusieurs corps simples, aurait-il conclu : « La proportion des quantités de matières
» contenues dans ces corps estant ainsy déterminée...? » Non! une telle erreur ne peut être attribuée à Pascal. Aujourd'hui tout est expliqué.

» Retournons en effet au texte de Savérien, p. 15 ci-dessus. Il vient de donner les valeurs des masses des planètes, et c'est alors qu'il écrit : « La
» proportion des quantités de matière contenues dans ces corps étant ainsi
» déterminée » : ce qui, ainsi placé, est parfaitement juste. Puis, recourant au volume connu des planètes, il en conclut leurs densités et ajoute :
« Ainsi, la Terre est plus dense que Jupiter, et Jupiter plus dense que Sa-
» turne; de façon que les planètes les plus proches du Soleil sont les plus
» denses. »

» On voit dès lors que le copiste faussaire, à qui il fallait un article dé-

taché, a placé la conséquence avant les prémisses, et ainsi attribué à Pascal une *ineptie!!* Un tel fait est à lui seul démonstratif.

» Deux autres emprunts faits à Savérien, comme ceux qu'a signalés M. Breton (de Champ), attirent l'attention.

» C'est d'abord une Lettre que Newton aurait adressée à Pascal et dont nous allons reproduire les phrases principales, en les comparant à celles de Savérien :

Texte de Savérien, p. 11.

Quelques années s'écoulèrent sans qu'il lui (Newton) vînt en pensée de vérifier son calcul. Il ne pensoit même plus à cela lorsque *M. Hooke l'engagea à examiner* selon quelle ligne descend un corps qui tombe d'un lieu élevé, en faisant attention au mouvement de la terre autour de son axe. Comme un tel corps a le même mouvement que le lieu d'où il tombe a par une révolution de la Terre, *il est* considéré comme étant projetté en avant, et en même temps attiré vers le centre de la Terre. Cette recherche avoit beaucoup de rapport avec le mouvement de la Lune. Il en fit aisément la remarque, et insensiblement il fut entraîné à reprendre son travail sur le mouvement de ce satellite.

Pour procéder en sûreté, il ne voulut établir aucun principe, ni faire aucune supposition. Il consulta la nature elle-même, suivit avec soin *ses* opérations et n'aspira à découvrir ses secrets que par des expériences choisies et répétées. Bien affermi dans ce projet.....

Lettre supposée de Newton à Pascal (LXV, 191).

Monsieur, dernièrement il me vint en pensée de vérifier un calcul dont je vous ay déjà entretenu, qui est d'examiner selon quelle ligne descend un corps qui tombe d'un lieu eslevé, en faisant attention au mouvement de la Terre autour de son axe, *et dont une de vos notes m'a donné l'idée.* Comme un tel corps a le même mouvement que le lieu d'où il tombe a par une révolution de la terre, *il doit donc estre considéré* comme estant projetté en avant et en mesme temps attiré vers le centre de la terre. Cette recherche, qui a beaucoup de rapport avec le mouvement de la lune, m'a entraisné à reprendre ce travail.

Pour y procéder en sûreté, je n'ay point voulu establir aucun principe, ny faire aucune supposition. J'ay consulté la nature elle-mesme. J'ay suivi avec soins *mes* opérations, et je n'ay aspiré à découvrir ses secrets que par des expériences choisies et répétées. Bien affermi dans mon projet.....

Isaac Newton.

» Sans nous arrêter aux appréciations de Newton sur son propre plan, sans nous étonner de cette phrase où le copiste lui fait substituer *ses* opérations à celles de la nature, remarquons la différence essentielle qui existe entre les deux textes et dont l'objet est de faire reconnaître par Newton que le calcul dont il s'agit lui aurait été suggéré par Pascal.

» Savérien a pour lui un puissant témoignage. Henri Pemberton, contemporain de Newton, a écrit une histoire de la découverte de l'attraction, dans laquelle on lit le passage suivant : « Quelques années après,

» une lettre du docteur Hooke lui fit rechercher quelle est la vraie courbe » décrite par un corps grave qui tombe et qui est entraîné par le mouve- » ment de la terre sur son axe. Ce fut une occasion pour Newton de » reprendre ses idées sur la théorie de la lune. » (*Astronomie* de Lalande, t. III, art. 3526.)

» Dans le système adverse, Savérien, un éminent ingénieur, dont le caractère avait dû s'élever par l'étude des philosophes dont il écrivait l'histoire, deviendrait un homme malhonnête, qui, ayant en ses mains une pièce signée *Newton* et attribuant une idée à Pascal, un Français, en aurait altéré un passage pour en faire honneur à Hooke, un Anglais.

» Mais l'identité la plus curieuse, quant à présent, est celle qui existe entre une pièce datée du 2 janvier 1655, attribuée à Pascal, et un passage de Savérien, traduit de l'*Optique* de Newton.

» On lit dans cette pièce (LXV, 90) : « Ainsi..... l'attraction est une » vertu propre à la matière..... *Les attractions de la gravité, du magnétisme* » *et de l'électricité s'étendent jusqu'à des distances fort sensibles. C'est pour cela* » *qu'elles ont été observées par des yeux vulgaires. Il peut y avoir d'autres at-* » *tractions qui s'étendent à de si petites distances qu'elles ont échappé jusqu'ici* » *à nos observations. Et peut-être que l'attraction électrique peut s'étendre à* » *ces sortes de petites distances sans même être excitée par le frottement*. Je vous » envoie avec cette lettre un bon nombre de notes..... »

» La première phrase en texte romain est de la rédaction de Savérien. La dernière phrase en texte romain est du faussaire dont la préoccupation constante est de certifier l'envoi de notes et papiers. Tout ce qui est en caractères italiques est copié sur Savérien, p. 67.

» Mais Savérien présente ce passage comme étant tiré de l'*Optique* de Newton (1), et il renvoie à la traduction de Coste, p. 554 (in-4°, 1722).

» Voici d'ailleurs le texte newtonien : « The attraction of gravity, magne- » tism and electricity, reach to very sensible distances and so have been » observed by vulgar eyes ; and there may be others wich reach to so small » distances as hitertho escape observation ; and perhaps electrical attrac- » tion may reach to so small distances, even whithout being excited by » friction. » (*Edition d'Horsley*, t. IV, p. 243.)

» Dans le système que nous combattons, Newton, au milieu d'une longue dissertation philosophique, aurait intercalé la traduction d'un passage d'une lettre de Pascal.

---

(1) *Newton Optics, third book*, 2e édit., Question 31.

» Coste, traducteur de Newton, aurait disposé de cette Lettre, puisque les deux versions françaises sont identiques.

» Savérien, à son tour, aurait eu la même Lettre en sa possession, puisque la pièce attribuée à Pascal renferme une phrase qui ne se rencontre que dans Savérien.

» Il faudrait donc, de ce fait, joindre Coste aux écrivains qui ont eu tout ou partie des pièces à leur disposition et dont le nombre va s'accroître.

» Maclaurin a publié en anglais, une *Exposition des découvertes philosophiques de Newton*. En 1749, Lavirotte a donné une traduction française de cet ouvrage. Or, Savérien a imité Lavirotte dans plusieurs passages, et le faussaire a copié Savérien. On en jugera, par un exemple, en plaçant en regard les trois textes français :

Maclaurin, traduction de Lavirotte, p. 6.	*Savérien. — Histoire de Newton*, p. 11.	*Lettre prétendue de Newton à Pascal* (LXV, 191).
M. le Chevalier Newton sçavoit combien de telles entreprises étoient extravagantes; c'est pourquoi il ne posa aucun principe favorit, il ne fit aucune supposition, ne se proposant point l'invention d'un système. Il vit qu'il étoit nécessaire de consulter la Nature elle-même, de suivre avec soin ses opérations manifestes et de lui arracher ses secrets par des expériences choisies et répétées. Il n'admettoit aucunes objections contre une expérience évidente, qui fussent déduites de réflexions métaphysiques, dont il sçavoit que les philosophes s'étoient souvent laissés séduire, sans en avoir presque jamais tiré d'avantage réel dans leurs études. Il ne se laissa point emporter à la présomption, et il pensoit que la patience n'étoit pas moins nécessaire que le génie.	Pour procéder en sûreté, il ne voulut établir aucun principe ni faire aucune supposition. Il consulta la Nature elle-même, suivit avec soin ses opérations et n'aspira à découvrir ses secrets que par des expériences choisies et répétées. Bien affermi dans ce projet, il résolut de n'admettre aucunes objections contre une expérience évidente, qui fussent déduites de réflexions métaphysiques. Toujours en garde contre la présomption, il comprit que dans l'étude de la Nature, la patience n'étoit pas moins nécessaire que le génie.	Pour y procéder en sûreté, je n'ay point voulu establir aucun principe, ny faire aucune supposition. J'ay consulté la Nature elle-mesme. J'ay suivi avec soin mes opérations, et je n'ay aspiré à découvrir ses secrets que par des expériences choisies et répetées. Bien affermi dans mon projet, j'ay résolu de n'admettre aucunes objections contre une expérience évidente, qui fussent déduites de réflexions métaphysiques.

» Divers autres passages, conduiraient, par leur comparaison au même résultat (1), et il en faudrait conclure encore, dans le système adverse :

» Que Maclaurin aurait eu à sa disposition les pièces signées PASCAL, puisqu'il en aurait traduit de longues phrases en anglais ;

» Que Lavirotte aussi aurait eu à son tour ces mêmes pièces en main, puisque sa traduction française offre avec ces pièces de longues phrases communes;

» Et en conséquence que Maclaurin et Lavirotte auraient été, comme Coste et Savérien, de malhonnêtes gens complices de Newton, pour dépouiller sciemment Pascal.

» Dès qu'il eut été ainsi établi qu'une partie des Notes présentées à l'origine comme étant de Pascal étaient découpées dans l'ouvrage de Savérien, il fut facile de reconnaître que les pièces de cette série étaient d'un style assez uniforme.

» Les pièces restantes se classent à leur tour en deux séries : les unes qui sont écrites en un vieux français, sans élégance, mais sans grandes incorrections; les autres où se trouvent toutes les incertitudes, toutes les fautes de langage prêtées à Pascal. Ces dernières sont exclusivement des pièces qui ne peuvent pas avoir été copiées et dans lesquelles il a absolument fallu qu'on pense et qu'on écrive pour Pascal.

» J'osai donc assurer à M. Breton (de Champ) que s'il poursuivait ses investigations dans les vieux livres de physique datant d'un siècle environ, il trouverait sans doute la source à laquelle avaient été puisées les autres pièces écrites en vieux français.

» Les recherches patientes que M. Breton (de Champ) a bien voulu faire à ce sujet ont été couronnées de succès. *Dix-huit* autres des

---

(1) On peut consulter par exemple les passages correspondants qui suivent :

Lavirotte : p. 6	Savérien : p. 11	Manuscrits : LXV, p. 191
282		132
307	40	92
307	11	93
309	40	93
309	41	133
311	41	132
369	48	134

pièces attribuées à Pascal sont découpées dans un ouvrage intitulé :

Dissertation sur l'incompatibilité de l'attraction et de ses différentes loix avec les phénomènes; par le P. GERDIL, Barnabite, Professeur de Philosophie-morale en la Royale Université de Turin et de l'Institut de Bologne. Publié à Paris en 1754, un vol. in-12.

» Comme il importe qu'on puisse juger de la signification de ces autres coïncidences, qui ajoutent au témoignage des précédentes, nous allons aussi placer en regard le texte du P. Gerdil et les pièces attribuées à Pascal.

(Sur la demande de M. le Président, la suite de la Communication de M. Le Verrier est renvoyée à la prochaine séance.)

M. CHASLES demande la parole :

« Je ne ferai dans ce moment, dit-il, aucune observation sur la Communication de M. Le Verrier, puisqu'elle n'est pas terminée, et qu'elle ne forme encore qu'un second chapitre de son travail, dont j'attends la suite avec impatience.

» Mais je désire rappeler à l'Académie, que lors de la présentation, par notre confrère M. Jamin, du procédé de M. Carré, pour la vérification des écritures anciennes ou récentes, j'ai annoncé aussitôt que je soumettrais mes Documents à ce moyen précieux de vérification. J'ai effectivement remis à M. Balard et à M. Jamin de nombreuses pièces prises dans des séries différentes, de celles surtout que j'ai citées dans nos *Comptes rendus;* et je ne puis que désirer que nos confrères veuillent bien faire connaître à l'Académie les résultats de leurs recherches. »

M. BALARD s'exprime comme il suit :

« Je ne m'attendais pas à prendre la parole dans cette séance au sujet de la question que vient de poser notre savant confrère M. Chasles; mais puisqu'il désire que je fasse connaître les faits que j'ai observés sur les signes propres à manifester la vétusté des écritures, je communiquerai à l'Académie les résultats que j'ai obtenus dans une étude qui, bien qu'elle ne soit pas encore complète, peut cependant fournir déjà d'utiles indications.

» Les pièces que notre confrère a été amené, par la discussion, à tirer de sa Collection d'une manière successive ont répondu quelquefois avec tant de précision à des objections récentes, qu'on a pu supposer qu'elles étaient fabriquées dans l'intervalle de deux de nos séances, et données à M. Chasles

comme partie intégrante d'une Collection qui ne lui aurait pas encore été livrée en entier, ou bien introduites frauduleusement, et à son insu, au milieu des autres pièces qu'il possède. Avec quelques réticences qu'elle ait été exprimée dans nos *Comptes rendus*, cette pensée semble avoir été au fond dans l'esprit de quelques-uns de ceux qui ont pris part à cette polémique; elle a été reproduite, mais cette fois sans aucun ménagement, dans une autre publication. Je l'ai entendu enfin énoncer plus d'une fois par des hommes considérables, avec une complète asssurance et une entière conviction.

» C'est surtout au sujet de la seconde Lettre attribuée au roi Jacques, et répondant point pour point aux objections critiques soulevées par la publication de la première, que s'est manifestée une opinion de la fausseté de laquelle j'étais, dans ce cas, matériellement sûr, puisque j'avais déjà lu cette Lettre dans la Collection de M. Chasles plusieurs mois avant qu'il eût été amené à la publier. Aussi lorsque M. Carré m'a communiqué l'observation qu'il avait faite sur la persistance relative des écritures anciennes et récentes, mises en digestion dans l'acide chlorhydrique au dixième, je l'ai engagé à les publier, quoique incomplètes encore, afin que le fait principal qu'il énonce pût apporter une preuve physique dans les discussions de cet ordre, et servir à justifier ou à infirmer la conviction que m'avait donnée l'aspect général de ces Pièces; j'ai déjà dit à l'Académie que, quelle que fût l'opinion qu'on pouvait avoir sur leur véracité, elles ne me paraissaient pas être de confection récente.

» La connaissance de l'altération qu'éprouvent les matières organiques au contact de l'air, ainsi que des modifications dimorphiques que le temps apporte dans certains précipités, et notamment dans certains oxydes isomorphes du sesquioxyde de fer, tels que l'oxyde de chrome et surtout l'alumine (1), permet de pressentir que l'encre ancienne sera plus difficilement enlevée par les acides que celle qui a été récemment déposée sur le papier. Mais on conçoit que sa richesse plus ou moins grande en fer, la nature des autres substances qui ont servi à sa confection, la porosité plus ou moins grande du papier sur lequel elle a été déposée, les conditions d'humidité ou de sécheresse au milieu desquelles ce papier aura vieilli peuvent amener des différences notables. Aussi, au lieu de me borner à l'examen de deux ou

(1) J'ai constaté que le sesquioxyde de fer, soluble dans les acides faibles quand il a été récemment précipité, devient, ainsi que l'alumine, insoluble dans ces mêmes acides au bout d'un certain temps, même quand on le conserve sous l'eau.

trois Pièces, j'ai cru devoir multiplier les expériences, afin d'obtenir un résultat moyen.

» Notre savant confrère M. Maury ayant eu l'obligeance de mettre à ma disposition un certain nombre de Pièces de date authentique tirées des Archives, et dont la destruction avait été autorisée, j'ai pu constater que sur quinze pièces de ce genre, plus de la moitié ont résisté à vingt-quatre heures d'immersion dans l'acide, de manière à ce que les caractères tracés alors en jaune étaient presque aussi lisibles qu'auparavant; la pièce la plus ancienne était de l'année 1577 et la plus récente datait de 1770. D'un autre côté, puisant soit dans mes papiers personnels, soit dans les archives de la Société d'Encouragement, j'ai institué une expérience semblable sur soixante pièces, dont la date était comprise entre la fin du siècle dernier et l'année 1867. Sur vingt-deux pièces de cette dernière date, il n'y en a pas une où on puisse lire les caractères, et sur trente-huit écritures, d'une date comprise entre l'année 1867 et l'an II de la République, il n'y en a qu'une dizaine où on puisse lire avec beaucoup d'attention des caractères généralement très-affaiblis.

» J'ai donc pu admettre que si des caractères tracés avec les *encres ordinaires et qui n'auraient point été soumis à des traitements particuliers*, restent lisibles après avoir séjourné vingt-quatre heures dans l'acide chlorhydrique au dixième, il y a certitude qu'ils n'ont pas été tracés récemment, probabilité faible qu'ils font partie de pièces écrites dans l'intervalle de soixante-dix à quatre-vingts ans, enfin probabilité plus grande qu'ils remontent à une époque beaucoup plus éloignée.

» Ceci posé, j'ai soumis au même traitement des fragments des Lettres qui m'étaient remises par M. Chasles, et qui avaient été publiées pour la plupart dans les *Comptes rendus*. La presque totalité a résisté à l'action de cet agent, prolongée même pendant un temps très-long. J'ai fait surtout ces expériences sur les Lettres qui, comme celle attribuée à Jacques II, avaient été publiées pour répondre à quelques objections.

» Pour montrer à l'Académie les résultats généraux de ces investigations, je n'ai qu'à mettre sous les yeux deux cartons sur lesquels j'avais disposé, pour montrer à M. Chasles lui-même le résultat comparatif de mes expériences, d'un côté les fragments d'écritures datant de ce siècle et de l'autre ceux qui datent des deux siècles derniers, ainsi que les échantillons de vingt-six Lettres diverses qui m'avaient été en dernier lieu remises par notre confrère. Elle verra d'un coup d'œil, et à distance, que, tandis que le premier carton paraît blanc, l'autre présente une teinte jaune qui indique en gros le nombre des caractères conservés et l'intensité de leur coloration.

J'espère qu'elle conclura avec moi qu'il est extrêmement probable que la fraude, s'il y en a une, est d'une date ancienne. Je ne dis pourtant pas que cela est certain, car on pourrait objecter que des faussaires ont pu faire usage d'encres particulières acquérant plus promptement les caractères de la vétusté, ou de procédés propres à donner ces caractères aux signes tracés avec les encres ordinaires. Mais on n'a point encore entendu dire que des encres ou des procédés de ce genre aient été mis en usage par les faussaires, qui ne doivent d'ailleurs pas s'attendre à trouver dans ce recueil des indications propres à les aider dans leur coupable industrie. »

« **M. Chevreul** demande à M. Balard s'il a essayé des encres qui contenaient de l'oxyde de manganèse, car des recettes prescrivent l'addition de sels à base de cet oxyde, avec l'intention de dévoiler les tentatives auxquelles on pourrait se livrer pour effacer de l'encre avec du chlore.

» M. Chevreul signale la difficulté de conclure l'*âge* d'une encre depuis son emploi, difficulté tenant à la composition de l'encre, au collage du papier et aux circonstances d'obscurité, de lumière, d'humidité auxquelles le *papier écrit* a pu se trouver exposé. »

M. Jamin déclare que les essais qu'il a faits sur les manuscrits de M. Chasles sont entièrement conformes à ceux de M. Balard.

M. Chasles demande de nouveau la parole :

« Sans vouloir faire allusion à aucun passage de la lecture de M. Le Verrier, parlant du faussaire, je désire seulement faire remarquer à l'Académie que ces résultats des expériences de MM. Balard et Jamin répondent péremptoirement aux accusations de fabrication des Documents *pour les besoins de la cause*, fabrication à laquelle le faussaire aurait eu recours, comme l'ont dit ou fait entendre plusieurs de mes adversaires, notamment M. Faugère, M. Henri Martin et le P. Secchi.

» Du reste, j'exprime à l'Académie l'assurance, comme je l'ai déjà fait avant de connaître le procédé de M. Carré qui constate l'ancienneté des écritures de mes Documents, que leur grand nombre, la variété des sujets scientifiques, littéraires et historiques sur lesquels ils roulent, et leur parfaite concordance qui n'a reçu jusqu'ici aucune atteinte, malgré les efforts sans cesse renouvelés depuis deux ans, ne me laissent aucune inquiétude sur le résultat final de cette discussion.

» Il se trouve parmi ces Documents, je l'ai déjà dit, des séries de copies

dont souvent même je possède aussi les originaux. Ces copies étaient faites, soit pour Newton, par les soins de Des Maizeaux, soit pour Louis XIV, par les soins de ses missionnaires, ainsi qu'il appelait Boulliau, Bignon, l'abbé de Saint-Pierre, ou bien quand il voulait communiquer des pièces à quelques savants, à Cassini notamment. D'autres copies encore ont été faites, dans le siècle dernier, en vue d'une publication. On pourra faire complétement abstraction de ces copies dans le jugement que l'on aura à porter sur la question des relations qui ont existé entre Pascal et Newton, ou de la réalité des découvertes que j'ai attribuées à Galilée et à Pascal; la conclusion favorable n'en restera pas moins la même. Mais je suis persuadé qu'après la publication générale des Documents, personne ne voudra récuser l'authenticité des copies, et n'en pas tenir compte dans l'histoire de la science. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Note sur la marche des machines locomotives à contre-vapeur (système Le Châtelier); par* **M. LE GÉNÉRAL MORIN.**

» L'Académie a entendu avec le plus grand intérêt l'importante Communication de M. Combes, sur l'emploi de la contre-vapeur dans l'exploitation des chemins. D'accord avec mon savant confrère sur les deux conclusions qu'il a déduites de son travail, je me bornerai seulement à rappeler en peu de mots la part considérable qu'a prise à cette amélioration un ingénieur des plus distingués du Corps des Mines, sur l'initiative et les instructions duquel elle a été étudiée au chemin de fer du Nord de l'Espagne, ainsi que l'a fort justement dit M. Combes, en annonçant son ouvrage à l'Académie.

» L'emploi de la vapeur agissant dans les locomotives, en sens contraire de la marche des pistons et des trains, pour en modérer ou en éteindre la vitesse, est depuis longtemps connu des ingénieurs, sous le nom de *renversement de la vapeur*. Mais les inconvénients graves que présentait le mode adopté jusqu'à ces dernières années, au point de vue de la conservation des machines et du maintien de la pression normale dans les chaudières, ainsi que les difficultés et le danger de la manœuvre que les mécaniciens devaient exécuter, en avaient réduit l'usage au cas où un péril imminent le rendait indispensable.

» Un ingénieur civil, M. de Bergue, avait proposé en 1864, pour atténuer les défauts de ce système, l'établissement d'un réservoir auxiliaire dans lequel les gaz de la combustion aspirés par le piston étaient refoulés, au lieu d'être introduits dans la chaudière. Des soupapes permettaient au mécanicien de régler la pression dans ce réservoir, de manière à modérer con-

venablement la marche. La force vive du train et celle de sa machine étaient ainsi graduellement détruites par la résistance des gaz à la compression.

» Mais ce procédé, qui évitait l'élévation dangereuse de la pression dans la chaudière, ne remédiait ni à l'échauffement des cylindres et des garnitures de pistons, ni à l'altération des organes de l'appareil moteur par les cendres introduites avec l'air et la fumée aspirés de la cheminée.

» Cependant une solution du problème de la marche à contre-vapeur était devenue plus nécessaire que jamais, pour certaines parties des voies de fer, où les conditions locales avaient obligé les ingénieurs à adopter des pentes prolongées qui dépassaient les limites ordinaires, et sur lesquelles l'usage des freins présentait, pour l'entretien de la voie et du matériel, ainsi que pour la sécurité, des inconvénients bien connus de tous les ingénieurs.

» Dans la construction des chemins de fer du Midi, et plus encore dans celle du chemin du Nord de l'Espagne, on avait été conduit à admettre des rampes à grande inclinaison d'une longueur inusitée, qui rendaient cette solution pour ainsi dire indispensable, et c'est sous la pression de cette nécessité, que M. Le Châtelier, conseil ou directeur de ces chemins, fut conduit à étudier cette importante question et les moyens de la résoudre.

» Son point de départ fut l'appareil de M. de Bergue, qui paraissait donner des résultats favorables sur le chemin de fer de l'Ouest; mais d'autres essais entrepris, d'après des instructions données dès le 28 juillet 1865, par M. Le Châtelier, ne tardèrent pas à montrer que ce système présentait encore, pour la conservation des machines, des inconvénients qui ne permettaient de l'appliquer qu'au cas des pentes de peu de longueur, et à celui d'un danger imminent de collision.

» Dans la prévision de résultats défavorables (auxquels l'expérience a en effet conduit), l'habile ingénieur avait, dès le 28 juillet 1865, indiqué qu'il faudrait arriver à une combinaison qui ferait entrer dans les cylindres, par l'intermédiaire du tuyau d'échappement, de la vapeur venant de la chaudière.

» M. Le Châtelier conseilla ensuite, les 19 septembre 1865 et 21 février 1866, de recourir, au moyen d'un tuyau spécial établissant la communication entre la chaudière et la base du tuyau d'échappement, soit à une injection de vapeur en excès, soit de préférence à celle d'un filet d'eau pris dans la chaudière et qui, *projeté avec violence à la base de l'échappement et venant frapper une surface opposée, produirait une sorte de brouillard aqueux, qui serait plus efficace que la vapeur et qui économiserait la graisse et le combustible.*

» Ce dernier conseil ne fut pas, dès l'origine, accepté par l'ingénieur du chemin du Nord de l'Espagne chargé des expériences, mais bientôt il fallut y recourir, et ce ne fut qu'en ajoutant de l'eau en quantité assez considérable qu'on parvint à empêcher les grippements de se produire.

» L'application de ce procédé en Espagne a donné lieu à de longs tâtonnements avant d'aboutir à des résultats satisfaisants.

» Tandis que la question était étudiée de ce côté, les ingénieurs des chemins de Paris à Lyon et à la Méditerranée, appréciant tout l'avenir de la solution indiquée par leur collègue, non-seulement l'adoptaient, mais l'un d'eux, M. Marié, appliquait aux machines locomotives de cette compagnie, en le perfectionnant, un dispositif de changement de marche, à vis, déjà mis en usage avec succès en Angleterre par M. Kitson, qui lui en avait communiqué les dessins. Cet appareil ingénieux, facile à manœuvrer avec rapidité et sûreté, permet de produire le renversement de la distribution, sans recourir à l'usage difficile et dangereux du levier de changement de marche.

» A ce perfectionnement important, applicable dans tous les cas, M. Marié ajoutait un autre appareil spécial, qui permet de régler et de proportionner à volonté les quantités d'eau et de vapeur nécessaires pour assurer à la fois la modération de la vitesse ou même son extinction facile et complète, et pour s'opposer à l'élévation de la température moyenne des cylindres et de la pression dans la chaudière.

» Dans un Rapport intitulé *Note sur l'emploi de la contre-vapeur pour modérer la vitesse des trains par l'injection de vapeur et d'eau dans l'échappement* (système Le Châtelier), présenté le 24 décembre 1866 au Conseil d'administration des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée et qui a été lithographié, M. Marié, après avoir montré par de nombreuses expériences que, sur des pentes de 20 millimètres par mètre et de 37 kilomètres de longueur, la vitesse des trains de 250 tonnes pouvait être modérée et maintenue par une admission à contre-vapeur à 0,60 de la course, avec le concours du seul frein du tender et que l'on pouvait arrêter promptement, facilement et sans secousse, les trains de voyageurs après un parcours de peu d'étendue, concluait en ces termes :

« L'appareil de changement de marche à vis et l'injection d'eau et de » vapeur dans l'échappement sont des perfectionnements nécessaires et » suffisants pour permettre l'emploi de la contre-vapeur d'une manière » normale, sans aucun inconvénient. »

» Dès le 21 février 1866, M. Le Châtelier avait eu, comme nous l'avons

indiqué, la pensée qu'en empruntant seulement à la chaudière, par un tuyau d'un diamètre suffisant (1), de l'eau sortant à une température et à une pression élevée, on pouvait facilement arriver à la solution du problème.

» Outre la simplicité qui résulterait de cette disposition, M. Le Châtelier pensait que l'injection de l'eau serait plus favorable à la lubrification des surfaces frottantes et des garnitures, ainsi qu'au maintien d'une température modérée des cylindres et de la pression dans la chaudière.

» Cette solution simple est celle que le chemin de fer d'Orléans a exclusivement adoptée et mise en service courant sur un grand nombre de machines. M. Le Châtelier, dégagé des occupations qui l'avaient absorbé longtemps, a pu se livrer personnellement à l'étude engagée par lui et faire des expériences d'un grand intérêt. Ces expériences, répétées avec autant de méthode que d'habileté par M. Forquenot, ingénieur de cette Compagnie, paraissent montrer que l'eau seule donne de très-bons résultats, tant sous le rapport de la facilité de la manœuvre et de la conduite des trains que sous celui de la conservation du mécanisme. Il semblerait surtout convenable pour les cas où l'emploi de la contre-vapeur devrait avoir lieu sur de longs parcours et sur des pentes rapides.

» En réalité, ce dernier procédé revient à peu près à celui qui est encore employé dans beaucoup de cas, puisque le brouillard aqueux qui résulte de la prise d'eau, faite à la chaudière, arrive dans les cylindres à l'état de mélange de vapeur et de vésicules aqueuses, constituant une sorte de fluide élastique dont la teneur en eau peut varier sans inconvénient, suivant les conditions diverses de la pression, de la distribution, de la vitesse, etc.

» Quoi qu'il en soit et sans nous proposer d'entrer dans aucune discussion sur la préférence qu'il peut convenir de donner aux deux modes d'emploi de la contre-vapeur pour modérer la marche des trains successivement proposés et étudiés par M. Le Châtelier, et qui sont tous les deux mis en usage avec succès, l'un sur le chemin de Paris à Lyon et à la Méditerranée, l'autre sur le chemin d'Orléans, sur celui du Nord de l'Espagne et sur celui du Semmering, nous croyons qu'il est de toute justice de reconnaître qu'en provoquant et en dirigeant, dès 1865, les premiers essais de l'injection de la vapeur et de l'eau dans les cylindres des machines locomotives et en faisant ainsi disparaître les inconvénients et même les dangers qu'avait présentés jusqu'ici l'usage de la marche à contre-vapeur, M. Le Châtelier a introduit

(1) Page 54 du Mémoire de M. Le Châtelier.

dans le service des chemins de fer un perfectionnement de la plus grande importance.

» Son but primitif n'avait été que de modérer la vitesse des trains à la descente des longues et fortes pentes, en diminuant à la fois les dangers de leur marche et les dégradations de la voie et du matériel; mais la solution à laquelle il est parvenu est devenue si simple, si facile et si sûre, qu'elle s'applique aussi à toutes les circonstances du service courant où il est nécessaire de restreindre ou d'éteindre la vitesse des trains.

» De semblables améliorations, fruits de longues études, dans lesquelles l'auteur a été toujours guidé par les principes de la science et par un sage esprit d'observation, et qu'il a libéralement introduites, sans aucune pensée de privilége pour lui-même ni pour les Compagnies dont il était le conseil, dans un service public aussi important que celui des chemins de fer, constituent pour l'ingénieur qui en a conçu la pensée un titre trop considérable à l'estime publique pour que nous n'ayons pas regardé comme un devoir de rappeler sommairement les droits incontestables, selon nous, de M. Le Châtelier à la priorité d'invention de l'emploi de l'eau et de la vapeur introduites à la base de l'échappement pour la marche à contre-vapeur des machines locomotives des chemins de fer.

» La rapidité et la facilité avec lesquelles ce procédé permet d'arrêter, après un parcours très-limité, de moins de 200 à 300 mètres, des trains animés des vitesses ordinaires de marche, tandis qu'avec les freins les plus perfectionnés on n'y parvenait avec peine qu'après des parcours beaucoup plus longs, présentent pour la sécurité des voyageurs un avantage tellement considérable, que déjà toutes les grandes Compagnies de France, suivant l'exemple résolûment donné par celle de Paris à Lyon et à la Méditerranée, ont pris d'elles-mêmes l'initiative de cette nouvelle application des appareils de distribution de la vapeur dans leurs locomotives, et s'en occupent activement sans attendre que le Gouvernement les y ait engagées. Nous pensons d'ailleurs qu'outre la satisfaction morale de remplir les devoirs que leur impose le sentiment de responsabilité envers le public, elles ne tarderont pas à trouver dans cette transformation une économie notable des dépenses d'entretien du matériel et de la voie. »

M. Combes présente, à la suite de cette lecture, les observations suivantes :

« La Note que vient de lire notre confrère M. Morin pourrait donner à penser que, dans ma Communication de lundi dernier sur l'application

de la théorie mécanique de la chaleur à la marche des machines locomotives ou autres à *contre-vapeur*, suivant *les procédés mis en pratique pour la première fois sur le chemin de fer du Nord de l'Espagne*, je n'aurais pas attribué à M. Le Châtelier la part de mérite et d'honneur qui lui revient dans l'invention ou l'introduction de ces procédés. Cette part, je n'avais point à la faire: une vive polémique est engagée à ce sujet entre MM. Le Châtelier et Ricour. J'ai voulu et je veux encore rester complétement en dehors de ce débat, dans lequel l'Académie ne voudra pas sans doute intervenir plus que moi. Toutefois, j'ai rappelé les publications des deux savants ingénieurs, ainsi que celles de M. Marié, qui a apporté de très-utiles modifications au dispositif appliqué sur le chemin de fer du Nord de l'Espagne. Si j'ai cité particulièrement un passage du premier Mémoire de M. Ricour, imprimé dans le Recueil des *Annales des Mines* et contenant des vues fort justes, à mon avis, sur la cause de l'échauffement des parois des cylindres, des tiroirs et des boîtes de distribution dans certaines circonstances définies, c'est que ce passage était le point de départ de la discussion théorique, objet essentiel de ma Communication. »

PHYSIQUE. — *Observations sur une Note de* M. Laborde, *relative à la description d'un phosphoroscope électrique; par* **M. Edmond Becquerel.**

« M. Laborde a adressé à l'Académie dans sa dernière séance (*Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 1576) la description d'un phosphoroscope dans lequel une étincelle d'une bobine d'induction éclaire les objets dont on étudie la phosphorescence. Je ferai remarquer que, parmi les appareils auxquels j'ai donné le nom de phosphoroscopes, j'ai déjà fait usage, il y a une dizaine d'années, d'un instrument de ce genre. Je transcris ici la Note suivante, qui se rapporte à ce sujet :

« J'ai construit un phosphoroscope dans lequel les corps sont éclairés » à l'intérieur par des étincelles électriques, puis sont rendus visibles au » moyen de la rotation d'un disque quand les étincelles ont cessé; mais » cet appareil n'a pas fonctionné aussi régulièrement que je le désirais, les » décharges des appareils d'induction ayant une certaine durée. » (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LVII, p. 44; 1859.)

» Ainsi les décharges des appareils d'induction ayant une durée appréciable, les phénomènes lumineux qui proviennent de cette cause viennent compliquer les effets observés, principalement quand il s'agit de corps sur

lesquels la persistance des impressions produites par la lumière est très-courte; c'est pour ce motif que j'ai préféré les appareils dans lesquels le mode d'illumination est différent. »

PHYSIQUE. — *Recherches sur la pile. De l'origine de la chaleur mise en jeu dans les couples et qui n'est pas transmissible au circuit* (suite); *par* **M. P.-A Favre.**

« J'ai exposé dans des Communications antérieures mes études sur le couple de Smee. Aujourd'hui je fais connaître les résultats de mes recherches sur divers systèmes de couples voltaïques.

» Voici les dispositions que j'ai expérimentées pour les couples à deux liquides.

» Dans une éprouvette en verre, semblable à celle qui reçoit le couple de Smee, j'ai placé un vase poreux de même hauteur contenant l'acide sulfurique normal dans lequel était plongé un faisceau de fils de zinc légèrement écartés les uns des autres et reliés entre eux à leurs extrémités. Un cylindre creux en platine, fendu sur toute sa longueur et percé de nombreuses ouvertures, entourait le vase poreux et baignait dans un liquide différent du liquide contenu dans le vase poreux qui recevait l'élément zinc.

» L'étude des nouveaux couples a nécessité deux séries d'expériences que j'ai dû reproduire pour chacun d'eux.

» Dans la première série A, le calorimètre recevait le couple à l'étude et un couple de Smee (1). Ces deux couples étaient réunis par des fils gros et courts, et par conséquent sans résistance appréciable. Un rhéostat suffisamment résistant, et qui pouvait être introduit à volonté dans le circuit, était aussi placé dans l'un des moufles du calorimètre.

» Dans la seconde série B, le calorimètre recevait seulement le couple à deux liquides. Le couple de Smee était compris dans la partie extérieure du circuit qui renfermait une boussole de tangentes et un rhéostat. Ce rhéostat, qui offrait une résistance représentée par une longueur de

(1) Il convient d'employer un couple de Smee, bien qu'il ne produise pas un courant constant, parce qu'il permet de mesurer très-exactement la quantité d'action chimique. Cette circonstance pourrait encore être réalisée avec le couple de Daniell à courant constant; mais je ferai remarquer que l'emploi du couple de Smee, présentant une garantie de sécurité dans les recherches thermiques, ne pouvait rien enlever à la précision des expériences, qui ont toujours présenté une concordance satisfaisante.

3000 millimètres de fil de platine normal, rendait négligeable la résistance physique des couples.

» Comme liquide recevant l'élément platine, j'ai employé successivement :

» I. Du *sulfate de cuivre* dissous;

» II. Du *sulfate de bioxyde de mercure* formant pâte avec l'eau;

» III. Un mélange d'*acide chromique* et d'*acide sulfurique;*

» IV. De l'*acide azotique;*

» V. Un mélange d'*eau oxygénée* et d'*acide chlorhydrique.*

» I. *Couple à sulfate de cuivre* (couple de Daniell). — Voici les moyennes des résultats fournis par les expériences :

	Série A.	Série B.
Chaleur accusée par le calorimètre et correspondant à 1 équivalent d'hydrogène ou de cuivre mis en liberté..........	22447^{cal}	1067^{cal}
Chaleur correspondant à 1 équivalent de cuivre déposé dans le couple étudié....................................	25060	»
Chaleur transmissible au circuit........................	»	23993
Durée exprimée en minutes et rapportée à la production de 100 volumes de gaz..............................	1',19	34',43
Angle..	»	1°,65

» Les actions moléculaires qui se produisent dans un couple de Daniell sont du même ordre que celles qui se produisent dans un couple de Smee. Seulement, dans le premier, le zinc est attaqué par le sulfate de cuivre, au lieu d'être attaqué par le sulfate d'hydrogène, en mettant en jeu une quantité de chaleur plus considérable, que j'ai déterminée antérieurement (1), et le sulfate de zinc produit ne peut plus s'électrolyser partiellement par suite de la présence de la cloison.

» La chaleur que le couple de Daniell met en jeu dans le circuit, et qui est exprimée par 24000 calories environ, représente l'*énergie voltaïque* de ce couple; elle est donc plus grande que celle du couple de Smee, puisque cette dernière n'est représentée que par 1600 calories environ.

» II. *Couple à sulfate de mercure* (couple de M. Marié-Davy). — Voici les moyennes des résultats fournis par les expériences :

(1) *Comptes rendus*, t. LXVI, p. 252.

	Série A.	Série B.
Chaleur accusée par le calorimètre et correspondant à 1 équivalent d'hydrogène ou de mercure mis en liberté........	28703^{cal}	8270^{cal}
Chaleur correspondant à 1 équivalent de mercure déposé dans le couple étudié..................................	37572	»
Chaleur transmissible au circuit.........................	»	29302
Durée exprimée en minutes et rapportée à la production de 100 volumes de gaz..................................	14',55	30',16
Angle..	»	1°,90

» Ce que nous avons dit du couple à sulfate de cuivre comparé au couple à sulfate d'hydrogène s'applique aussi au couple à sulfate de mercure dont l'*énergie voltaïque* est représentée par 2900 calories environ.

» III. *Couple à acide chromique et acide sulfurique mélangés.* — Voici les moyennes des résultats fournis par les expériences :

	Série A.	Série B.
Chaleur accusée par le calorimètre et correspondant à 1 équivalent d'hydrogène..................................	39239^{cal}	28419^{cal}
Chaleur correspondant à 1 équivalent d'hydrogène mis en liberté dans le couple à l'étude et brûlé par l'oxygène de l'acide chromique..................................	58644	»
Chaleur transmissible au circuit.........................	»	30225
Durée exprimée en minutes et rapportée à la production de 100 volumes de gaz..................................	1',03	28',571
Angle..	»	1°,90

» Dans ce couple, le métal réduit dans l'électrolyse est oxydé par l'oxygène de l'acide chromique. Ce couple diffère donc essentiellement des couples précédents, dans lesquels les métaux, hydrogène, cuivre ou mercure, mis en liberté ne s'oxydent pas. Son *énergie voltaïque* est représentée par 30000 calories environ. Il suit de là que, dans ce couple, comme dans le couple dont il sera question plus bas, *la combustion de l'hydrogène profite au courant* dont elle accroît l'énergie de 14000 calories environ, et que *cette combustion est comprise dans le phénomène électrolytique proprement dit.*

» La chaleur qui reste nécessairement confinée dans le couple de Smee est exprimée par 4000 calories environ, tandis que la chaleur qui reste confinée dans le couple à acide chromique est exprimée par 28000 calories environ. Il est facile de pressentir dans quel ordre de phénomènes il faudra chercher expérimentalement l'explication de cette énorme différence, attri-

buable, très-probablement, à la transformation de l'acide chromique incomplétement réduit à l'état de sesquioxyde de chrome et à la sulfatation de cet oxyde.

» IV. *Couple à acide azotique* (couple de Grove). — Voici les moyennes des résultats fournis par les expériences :

	Série A.	Série B.
Chaleur accusée par le calorimètre et correspondant à 1 équivalent d'hydrogène	30662^{cal}	—4957^{cal}
Chaleur correspondant à 1 équivalent d'hydrogène mis en liberté dans le couple à l'étude et brûlé par l'oxygène de l'acide azotique	41490	»
Chaleur transmissible au circuit	»	46447
Durée exprimée en minutes et rapportée à la production de 100 volumes de gaz	0',31	23',73
Angles	»	2°,45

» La quantité de chaleur que ce couple peut transmettre au circuit est presque trois fois supérieure à celle que peut transmettre le couple de Smee. L'*énergie voltaïque* du couple de Grove est donc triple environ de celle du couple de Smee : elle est représentée par 46000 calories environ.

» On voit aussi que la moyenne des nombres fournis par les expériences de la série B est négative. Il s'ensuit que, *dans les conditions où je me suis placé, le couple de Grove se refroidit*, tout comme se refroidissent les couples zinc et acide chlorhydrique, et cadmium et acide chlorhydrique (1) placés dans les mêmes conditions. Ce refroidissement est plus fort que dans les expériences afférentes à ma précédente Communication.

» Enfin, on peut remarquer que la quantité de chaleur qui correspond au phénomène électrolytique proprement dit est plus forte que la somme algébrique des quantités de chaleur résultant des diverses actions moléculaires qui se produisent dans le couple, et qu'on retrouve en totalité lorsque la résistance extérieure est nulle, comme dans les expériences de la série A.

» V. *Couple à eau oxygénée et acide chlorhydrique.* — Pour les expériences de la série A effectuées avec les couples précités, il n'a pas été nécessaire de ralentir l'électrolyse en employant le rhéostat placé dans le calorimètre. Les choses ont dû se passer autrement lorsqu'on a opéré avec le couple à

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences* (séance du 7 juin 1869).

eau oxygénée. En effet, lorsque l'électrolyse est rapide, l'échauffement du liquide est fortement accusé au contact du platine, là où l'hydrogène est brûlé. Il en résulte qu'une certaine quantité d'eau oxygénée est décomposée avec production de chaleur et dégagement d'oxygène, qui ne se combine pas avec l'hydrogène provenant de l'électrolyse. Le rhéostat, en ralentissant considérablement la réaction, rend cette décomposition à peine sensible.

» Dans les deux séries d'expériences, le zinc a été attaqué par l'acide chlorhydrique normal.

» Voici les moyennes des résultats fournis par les expériences :

	Série A.	Série B.
Chaleur accusée par le calorimètre et correspondant à 1 équivalent d'hydrogène	42884^{cal}	44701^{cal}
Chaleur correspondant à 1 équivalent d'hydrogène mis en liberté dans le couple à l'étude et brûlé par l'oxygène de l'eau oxygénée	65505	»
Chaleur transmissible au circuit	»	20804
Durée exprimée en minutes et rapportée à la production de 100 volumes de gaz	18',87	35',89
Angle	»	1°,60

» Ce couple fournit donc la plus forte quantité de chaleur non transmissible au circuit. La chaleur qui reste ainsi confinée dans le couple semble provenir en presque totalité de la combustion de l'hydrogène. En effet, en faisant la somme de la chaleur de formation de l'eau, égale à 34462 calories, et de la chaleur de décomposition de l'eau oxygénée, égale à 10904 calories, on trouve le nombre 45366, qui diffère bien peu de 44701, nombre exprimant la quantité de chaleur qui reste confinée dans le couple.

» On remarquera que la quantité de chaleur (20804 calories) mise en jeu dans le circuit par le couple en question est notablement supérieure à la quantité de chaleur (16950 calories) mise en jeu dans le circuit, lorsque, dans un couple de Smee, le zinc est attaqué par l'acide chlorhydrique dans les mêmes conditions de résistance extérieure.

» Malgré cette différence, il faut bien reconnaître que la combustion de l'hydrogène par l'oxygène de l'eau oxygénée diffère de la combustion du même corps par l'oxygène de l'acide chromique et de l'acide azotique ; car

cette combustion ne fait plus partie essentielle du phénomène électrolytique proprement dit.

» Je terminerai en faisant observer que la diffusion à travers le vase poreux du liquide qui baigne le platine détermine l'attaque du zinc. C'est là une action essentiellement locale et qui tend à échauffer le couple. Elle est très-lente et se produit assez régulièrement, d'où il résulte qu'on peut très-bien établir la loi du réchauffement du calorimètre, avant et après chacune des expériences qui se succèdent sans interruption dans chaque série. L'échauffement dû à la cause précitée est nettement accusé, lorsque, après avoir observé la loi du réchauffement à la fin d'une expérience, on enlève le zinc. Dans ce cas, la marche de la colonne mercurielle est notablement moins rapide dans le tube calorimétrique (1).

» La conséquence la plus importante qui me semble découler de l'interprétation des résultats fournis par les expériences que je viens de rapporter, c'est que la chaleur mise en jeu, pendant la combustion de l'hydrogène réduit dans l'électrolyse, est transmissible ou non transmissible au circuit, suivant la nature du composé qui fournit l'oxygène nécessaire à cette combustion.

» Je m'occupe de rechercher la cause de ce phénomène, que je me borne à signaler aujourd'hui. »

ASTRONOMIE. — *Sur les spectres des trois étoiles de Wolf, et sur l'analyse comparative de la lumière du bord solaire et des taches.* Lettre du **P. Secchi** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Dans les *Comptes rendus* du 21 juin (t. LXVIII, p. 1470), M. Wolf assure avoir constaté de nouveau les raies brillantes dans les trois petites étoiles du Cygne, que j'ai désignées de son nom dans mon Catalogue, et sur lesquelles j'avais émis quelque doute. Comme le sujet offre une grande importance, j'ai répété hier soir ces recherches, et cette fois j'ai trouvé les trois étoiles, qui me sont apparues plus belles que je ne m'y attendais. Je ne saurais m'expliquer comment je ne les ai pas vues, en examinant la première fois cette portion du ciel, qu'en supposant quelque erreur accidentelle de lecture de l'instrument, d'où résulterait facilement une méprise

---

(1) Le couple de Smee ne présente pas cet inconvénient; aussi, dans les recherches thermiques qui exigent l'emploi d'une pile, et dans lesquelles la constance du courant n'est nullement nécessaire, la pile de Smee est la seule qu'il convienne d'employer.

dans une région où les étoiles sont si denses et nombreuses (1), ou que j'aie borné l'examen aux étoiles les plus brillantes. Car celles-ci, selon mon estimation, seraient de neuvième grandeur et au-dessous, quoique Argelander les marque de huitième, et c'est pourquoi je les aurais omises (2). Quoi qu'il en soit, l'observation de M. Wolf se trouve vérifiée : je n'ai aucune raison de croire ces étoiles variables, mais il sera bon de les surveiller.

» Il ne sera pas inutile de rapporter le résultat de l'observation d'hier soir, quoique incomplète, à cause du brouillard qui se leva peu après minuit.

» Ces trois étoiles appartiennent à un même type, et toutes trois ont une raie principale bleue, très-belle et très-vive, et un autre groupe de raies brillantes dans le vert jaune. La distance qui sépare les deux groupes est remplie par un faible spectre, presque continu. Le second groupe cependant n'est pas identique dans toutes : dans la deuxième, il paraît composé de trois raies brillantes assez vives. La position de la raie bleue principale n'est pas la raie F de l'hydrogène ; elle en est très-éloignée vers le violet, et paraît coïncider avec la troisième raie, de même couleur, des étoiles rouges du quatrième type de ma classification. La position de l'autre groupe n'a pas pu être fixée avec précision, à cause du brouillard. En réalité, il paraît que ces étoiles sont une des nombreuses variétés du quatrième type qui contient les raies du carbone. Je me propose de les déterminer avec plus de précision. La couleur des trois étoiles est jaune-orangé.

» Je saisirai cette occasion pour signaler quelques nouveaux résultats relatifs à l'atmosphère solaire.

» Ayant examiné comparativement le spectre du noyau des taches et celui du bord du disque, du côté intérieur, je suis arrivé à la conclusion que ces deux spectres se ressemblent considérablement. L'élargissement des raies, constaté dans les noyaux, se reproduit près du bord, de sorte que, dans cette région, il égale souvent celui qu'on voit dans les taches les plus légères

(1) Ces étoiles sont dans une des parties les plus denses de la voie lactée ; voici les coordonnées :

1re	$\alpha = 20^{h}.4^{m}.49^{s}$	$\delta = +35^{\circ}.45'$	gr. = $8\frac{1}{2}$
2e	20.6.17	35.46	8
3e	20.9.06	36.13	8

(2) La grandeur $5\frac{1}{2}$ assignée à la première dans mon Catalogue de l'A.N. provient d'une erreur typographique ; il faut $8\frac{1}{2}$.

et les plus superficielles. L'affaiblissement de lumière qui a lieu près du bord solaire tient précisément à l'élargissement des raies noires et à la formation de bandes ou persiennes très-fines, comme dans les noyaux. Au contraire, les lignes brillantes gardent toute leur lumière et paraissent devenir comparativement plus vives, de sorte que, si l'on opère avec de faibles pouvoirs grossissants, il semble que des lignes brillantes se forment à l'intérieur du bord. Cela est évidemment une illusion : aucune ligne brillante nouvelle ne se produit à l'intérieur du disque près du bord (excepté la continuation des lignes brillantes de la chromosphère) : cette apparition de lumière n'est que l'effet du manque presque complet d'absorption qui a lieu pour ces parties brillantes, tandis que l'absorption est très-énergique pour les raies noires. Cette particularité subsiste même dans les noyaux où les raies brillantes gardent toute leur lumière.

» Ainsi se trouve confirmée indirectement cette assertion, que l'absorption qu'on remarque dans les noyaux des taches n'est pas due à des masses étrangères qui flotteraient au-dessus de la photosphère, mais seulement à une plus grande profondeur de l'atmosphère traversée, car le même effet se produit près du bord par la simple intervention d'une plus grande épaisseur de cette atmosphère même. Ce résultat ne contredit cependant pas l'autre conclusion, formulée dans une autre de mes Communications, sur la densité plus grande de certaines vapeurs à l'intérieur des taches; car il suffit, pour cela, d'admettre que la densité de ces vapeurs, dans les bas-fonds des taches, croît avec une grande rapidité à cause de la plus grande profondeur. Ainsi, bien que, par leur diffusion, les gaz soient très-intimement mélangés partout, cependant les plus lourds seraient plus abondants dans les régions les plus basses de l'atmosphère.

» J'ai encore porté mon attention sur la largeur des raies brillantes de la chromosphère, et j'ai constaté que, en général, les raies principales sont toutes trois plus larges à la base qu'au sommet, ce qui prouve l'influence de la pression exercée par les couches supérieures sur les couches inférieures, comme il est naturel de l'admettre. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section de Géographie et Navigation, en remplacement de feu *M. Givry*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 40,

M. Chazalon obtient . . . . . . 38 suffrages.
M. Gould » . . . . 2 »

M. Chazalon, ayant réuni la majorité des suffrages, est déclaré élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui devra décerner le prix de Statistique pour l'année 1869.

MM. Bienaymé, Dupin, Mathieu, Boussingault, Passy réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE. — *De l'équilibre, de l'élasticité et de la résistance du ressort à boudin; par* **M. H. Resal.** (Extrait par l'Auteur.)

(Commissaires : MM. Combes, de Saint-Venant, Phillips.)

« Dans le travail que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, j'ai cherché à déterminer la loi de l'allongement et les conditions de résistance d'un ressort à boudin dont les extrémités ont été ramenées vers l'axe par deux courbes symétriques. Cette disposition a pour objet de maintenir à très-peu près dans la direction de l'axe les deux efforts longitudinaux, ainsi qu'on peut le voir *à priori*, et comme je l'ai vérifié expérimentalement sur un ressort décrit dans une Note placée à la fin du Mémoire.

» En supposant donc que les deux extrémités du ressort restent sur son axe, je vérifie, après avoir établi les équations d'équilibre relatives à la flexion et à la torsion, que, quelle que soit la déformation, l'hélice reste une hélice.

» Soient ρ, τ, R, α le rayon de courbure, le rayon de cambrure, le rayon de cylindre moyen et l'inclinaison de l'hélice non déformée sur la section droite du cylindre; ρ', τ', R', α' les mêmes quantités après la déformation; E, μ les coefficients d'élasticité et de glissement de la matière; r le rayon de la section droite du ressort; L la charge, j'arrive aux deux formules suivantes :

$$E\frac{\pi r^4}{4}\left(\frac{1}{\rho'}-\frac{1}{\rho}\right)=LR'\sin\alpha',$$

$$\mu\frac{r^4}{4}\left(\frac{1}{\tau'}-\frac{1}{\tau}\right)=LR'\cos\alpha';$$

ces formules ont entre elles une certaine analogie qui semblerait, sous un certain rapport, justifier pour τ et τ' la dénomination de rayon de torsion.

» Je termine en établissant les conditions de résistance d'un ressort dans le cas d'une faible déformation et d'un pas initial très-petit, comme cela a lieu dans les machines à pointes, à clous, etc. »

TOXICOLOGIE. — *Sur les propriétés toxiques de la coralline employée en teinture.* Note de **M. Tardieu.**

(Commissaires : MM. Chevreul, Bouley, Laugier.)

« M. Landrin a communiqué à l'Académie, dans sa dernière séance, les résultats d'expériences relatives aux effets de la coralline, qui sont en opposition avec ceux que M. Roussin et moi avons obtenus. Bien que j'entrevoie quelques-uns des motifs de cette divergence, je m'abstiendrai de toute remarque sur ces expériences, dont je ne connais pas les détails, et sur lesquelles je n'ai aucun parti pris. Je me contenterai de faire observer que les conclusions négatives des recherches de M. Landrin ne contredisent et n'infirment en rien les observations très-positives dont j'ai eu l'honneur d'entretenir l'Académie.

» Les accidents déterminés par l'usage de bas de soie teints en rouge sont un fait hors de toute contestation. Les exemples s'en sont offerts à un grand nombre de médecins, comme à moi-même, et, il y a quelques jours encore, M. Nélaton m'adressait un jeune homme atteint de l'éruption caractéristique des pieds et présentant tous les symptômes que j'ai décrits. Je ne suis pas assez complétement édifié sur les procédés de teinture employés dans cette fabrication étrangère, pour affirmer que la coralline seule puisse être incriminée, et, sur ce point, de nouvelles études offriraient certainement un grand intérêt. Je rappellerai seulement que cette substance n'est mélangée, dans la teinture des bas de soie, à aucun poison de nature minérale, comme l'arsenic, le mercure ou le plomb, et que l'usage de ces bas teints en rouge, maintenus étroitement appliqués sur une partie de la peau facile à la transpiration, et dans des conditions très-différentes de celles où l'on s'est placé en étendant simplement sur le bras une solution de coralline, ainsi que l'a annoncé un Membre illustre de l'Académie, l'usage de ces bas n'en a pas moins, pour certaines personnes, les graves inconvénients que j'ai signalés. C'est là le fait que je tiens, quant à présent, à maintenir. »

MM. **Wolf** et **Pioche** soumettent au jugement de l'Académie un Mémoire portant pour titre « Applications directes de l'électricité au traitement complet des minerais métalliques ». Ce Mémoire est présenté par M. Becquerel.

(Commissaires : MM. Becquerel, Wurtz.)

M. J. **Carton** adresse un Mémoire portant pour titre « Nouveau moyen de lever la difficulté de la théorie des parallèles ».

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

CORRESPONDANCE.

M. **le Ministre de l'Instruction publique** invite l'Académie à lui présenter une liste de deux candidats pour la chaire d'Histoire naturelle des corps organisés, actuellement vacante au Muséum par suite du décès de *M. Flourens*.

La Lettre de M. le Ministre sera transmise aux deux Sections de Zoologie et de Botanique.

M. **le Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un certain nombre de volumes, imprimés en hongrois, dont la Lettre d'envoi n'est pas encore parvenue au Secrétariat. Ces ouvrages seront mentionnés au *Bulletin bibliographique*, dès qu'on en aura traduit les titres.

2° Une brochure de *M. Lissajous* intitulée « Notice sur la vie et les travaux de Léon Foucault ».

M. **Clebsch**, auquel le prix Poncelet a été décerné dans le concours de 1868, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. **Kern**, Ministre de la Confédération suisse en France, prie l'Académie de vouloir bien hâter le travail de la Commission qui a été nommée pour examiner les Mémoires qui lui ont été adressés de Charleston, par M. H. Meyer (de Zurich).

Cette Lettre sera transmise à la Commission.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Théorie des expériences de Savart, sur la forme que prend une veine liquide après s'être choquée contre un plan circulaire.* Note de **M. Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

« Lorsqu'on dirige verticalement une veine liquide contre le centre d'un petit plan circulaire horizontal, la veine s'étale en une nappe de révolution autour de la verticale qui passe par ce centre; puis elle se trouble et se dissipe en gouttelettes. Si la vitesse initiale devient assez petite, la nappe, avant de se troubler, se rapproche de son axe de révolution et se ferme.

» Tels sont les faits qu'a étudiés Savart (*), et dont je me propose d'expliquer par l'action capillaire tout ce qui concerne les nappes unies. Je prendrai, à partir du centre du plan circulaire, deux axes des r et des z, le premier horizontal, le second vertical dirigé en bas, et, en supposant le mouvement permanent établi sur toute l'étendue de la nappe, je chercherai, en fonction du temps t, les coordonnéss r, z et la vitesse v d'une molécule liquide lancée dans le plan des rz.

» A cause de la faible épaisseur ε de la nappe, le liquide parti du plan circulaire durant un élément de temps dt forme, à toute époque, un anneau dont la section par un méridien est un parallélogramme ayant pour base vdt et pour hauteur ε. En désignant par ρ la densité et par m le poids du liquide qui tombe sur le plan circulaire dans l'unité de temps, la condition de continuité sera

$$(1) \qquad 2\pi\rho g \varepsilon r v = m.$$

» Concevons à l'époque t, à partir de la molécule (r, z), un élément de volume sensiblement rectangulaire, limité : 1° par les deux surfaces de la nappe, 2° par deux plans menés suivant l'axe des z et inclinés de $d\theta$, 3° par deux autres plans distants de $vdt = ds$; et supposons qu'on détache de ses faces, par la pensée, des couches de matière d'une épaisseur insensible, de manière à lui donner la forme rigoureuse d'un parallélipipède rectangle. Si l'on désigne par C la courbure moyenne de la nappe au point (r, z), comptée positivement ou négativement suivant que son centre est du côté des z positifs ou des z négatifs, et par k^2 un coefficient constant pour un même liquide à une même température, les pressions exercées sur les deux premières faces seront égales à celle de l'atmosphère, respectivement augmentée ou diminuée de l'action capillaire k^2C : leur résultante sur l'élément

---

(*) *Annales de Chimie et de Physique*, septembre 1833, t. LIV, p. 55.

vaudra, suivant la normale menée du côté des z positifs, $2k^2 Crd\theta v dt$, et ses composantes suivant les axes s'obtiendront en multipliant cette quantité respectivement par $\frac{-dz}{ds}$, $\frac{dr}{ds}$ si dr est positif, et par $\frac{dz}{ds}$, $\frac{-dr}{ds}$ si dr est négatif. Les pressions exercées sur les autres faces, différant de la pression atmosphérique de termes du même ordre de grandeur que les actions capillaires, mais étant sensiblement égales deux à deux jusque dans ces termes, auront une résultante négligeable. On n'aura donc à tenir compte, dans les équations du mouvement, que des deux premières pressions et du poids $\rho g \varepsilon r d\theta v dt$ de l'élément. Si l'on élimine ε au moyen de (1), et que l'on pose

$$(2) \qquad \frac{2\pi k^2 g}{m} = b,$$

ces équations seront

$$(3) \qquad \frac{d^2 r}{dt^2} = \mp 2bCr\frac{dz}{dt}, \quad \frac{d^2 z}{dt^2} = g \pm 2bCr\frac{dr}{dt}.$$

D'ailleurs, excepté aux points où la vitesse serait nulle et où l'on aurait, par suite, $ds = 0$, on trouve aisément

$$2C = \pm\left(\frac{1}{dr}d\frac{dz}{ds} + \frac{1}{r}\frac{dz}{ds}\right) = \pm\frac{1}{rdz}d\left(s - r\frac{dr}{ds}\right) = \pm\frac{1}{rdr}d\left(r\frac{dz}{ds}\right),$$

et les équations (3) prennent la forme

$$(4) \qquad \frac{v}{ds}d\left[(v - br)\frac{dr}{ds} + bs\right] = 0, \quad \frac{v}{ds}d\left[(v - br)\frac{dz}{ds}\right] = g.$$

» Celles-ci : 1° multipliées par $2dr$, $2dz$, ajoutées et intégrées; 2° intégrées directement, deviennent équivalentes à deux des trois suivantes, où r_0 est le rayon du plan circulaire; v_0 et α la vitesse de la molécule (r, z) et l'angle de cette vitesse avec les z positifs, au moment où la molécule quitte le plan, s et t l'arc parcouru et le temps écoulé depuis ce moment :

$$(5) \qquad v = \sqrt{v_0^2 + 2gz},$$

$$(6) \qquad (v - br)\frac{dr}{ds} = (v_0 - br_0)\sin\alpha - bs,$$

$$(7) \qquad (v - br)\frac{dz}{ds} = (v_0 - br_0)\cos\alpha + gt.$$

On en déduit

$$(8) \qquad (v - br)^2 = [(v_0 - br_0)\sin\alpha - bs]^2 + [(v_0 - br_0)\cos\alpha + gt]^2,$$

$$(9) \qquad (v - br)^2 d\frac{dr}{ds} = -gb\left[\frac{(v_0 - br_0)\sin\alpha - bs}{bv} + \frac{(v_0 - br_0)\cos\alpha + gt}{g}\right]dz.$$

» Nous avons fait abstraction du cas où la vitesse serait nulle à un moment donné. Si ce cas se présentait, on aurait au bout d'un petit instant à partir de ce moment, d'après (3), $\frac{dr}{dz} = 0$. En prenant ce moment pour origine des temps, le mouvement subséquent serait donc régi par les formules ci-dessus, avec $v_0 = 0$ et $\alpha = 0$.

» L'équation différentielle du méridien de la nappe s'obtiendra en portant dans (6) la valeur de v tirée de (5). Il est clair que, si $v - br$ n'est jamais nul, elle donnera pour dr une valeur parfaitement déterminée en fonction de ds, et l'on aura ensuite $dt = \frac{ds}{v}$, $dz = \pm \sqrt{ds^2 - dr^2}$, le signe du radical étant indiqué par (7). Donc on obtiendra de proche en proche r, z et t en fonction de s, et il y aura pour la nappe une forme permanente possible, et une seule. Si $v - br$ s'annule durant le mouvement, on verra, en tirant cette expression de (8) et en différentiant, qu'elle a, un peu avant de s'annuler, sa dérivée de grandeur finie et d'un signe contraire au sien; donc elle change de signe en s'annulant, et continue à être parfaitement déterminée. Par suite, il existe, comme dans le cas précédent, une forme permanente de la nappe, et une seule. Enfin, si $v - br$ est nul pour $t = 0$, il y a encore, d'après (6) et (7), une forme possible, et une seule, pourvu que dr et dz ou $\sin\alpha$ et $\cos\alpha$ soient de signes contraires, tandis qu'il n'en existe pas si $\sin\alpha$ et $\cos\alpha$ sont de même signe. En résumé, *le problème n'admet jamais qu'une solution, et il en admet une, sauf dans un cas tout particulier.*

» Les formules de (5) à (9) sont propres à montrer les principales circonstances du phénomène; mais, avant de les étudier, je vais chercher à quelle condition la forme de la nappe est stable ou instable.

» Pour cela, je supposerai qu'on assujettisse la nappe, au moyen d'une action normale de grandeur convenable exercée en chacun de ses points, à avoir, à partir du plan circulaire, une forme quelconque de révolution autour de l'axe des z. En appelant R et Z les composantes de la réaction, égale et contraire, exercée par l'unité de masse du liquide, et en les joignant à la pesanteur et à l'action capillaire, on trouvera comme ci-dessus, pour équations du mouvement :

$$(10) \qquad -R = \frac{v}{ds} d\left[(v - br)\frac{dr}{ds} + bs\right], \quad -Z = \frac{v}{ds} d\left[(v - br)\frac{dz}{ds}\right] - g,$$

d'où l'on déduira de même pour la vitesse la valeur (5).

» Concevons actuellement que la forme à laquelle on assujettit la nappe coïncide, depuis le plan circulaire jusqu'à une valeur quelconque de z, avec

la forme permanente représentée par les équations (5) et (6), mais qu'au delà elle s'en sépare en ayant pour une même valeur de z un rayon plus grand d'une très-petite quantité δr. Les réactions R et Z, nulles jusqu'à la séparation, cesseront de l'être aussitôt après, et si R acquiert alors un signe contraire à celui de δr, il est clair que le liquide résistera à la séparation, et, par suite, que la nappe sera stable au point considéré. Elle y sera au contraire instable lorsque R aura même signe que δr. Or, si l'on retranche la première équation (4) de la première (10), où r est plus grand de δr et s de δs, il vient

$$(11) \qquad -\mathrm{R} = \frac{v}{ds} d\left[(v - br)\delta\frac{dr}{ds} - b\frac{dr}{ds}\delta r + b\delta s\right].$$

» Comme la parenthèse du second membre est nulle au moment de la séparation, elle a, aussitôt après, le signe de sa différentielle, et par suite un signe contraire à celui de R ; d'ailleurs, à cause de $d\delta s = \frac{dr}{ds} d\delta r$ et de la constance de $\frac{dr}{ds}$ dans la petite étendue considérée, on peut y changer δs en $\frac{dr}{ds}\delta r$, ce qui la réduit à $(v - br)\delta\frac{dr}{ds}$. La forme permanente est donc stable ou instable, suivant que cette dernière expression a ou n'a pas le signe de δr. Mais il est évident qu'au moment de la séparation, $\delta\frac{dr}{ds}$ a le signe de δr. Par conséquent, *la condition nécessaire et suffisante de stabilité est que l'expression $v - br$ soit positive.*

» Les seules nappes pratiquement réalisables sont celles où cette condition est vérifiée, et si elle ne l'est que jusqu'à un certain parallèle, la nappe ne pourra subsister au delà. C'est ce qui est peut-être arrivé à Savart (§ V, p. 76) pour une veine liquide lancée de bas en haut, avec une très-faible vitesse, contre un plan circulaire; α étant plus grand que 90 degrés, v allait en décroissant, et, pour une valeur assez petite de r, $v - br$ devait être nul : la nappe avait la forme d'une capsule dont la concavité était tournée en haut, et elle avait pour bord libre un bourrelet d'où s'échappaient un grand nombre de gouttes tombant verticalement. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Chaleur de transformation de quelques isomères.* Note de MM. **L. Troost** et **P. Hautefeuille**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Les phénomènes calorifiques qui accompagnent les transformations de la matière prennent de jour en jour une importance plus grande. Pour étu-

dier ces phénomènes, les chimistes sont obligés d'emprunter aux physiciens leurs appareils de mesure les plus délicats. Parmi ces appareils, le thermomètre à calories de MM. Favre et Silbermann est un des instruments d'investigation les plus précieux. C'est grâce à son emploi que nous avons pu aborder l'étude des phénomènes calorifiques corrélatifs des changements d'état isomérique, dont nous avons fait connaître les lois dans nos précédentes Communications.

» Aujourd'hui, nous présentons à l'Académie le résultat de nos recherches calorifiques sur l'acide cyanique et ses isomères, sur le soufre et sur l'acide arsénieux.

» I. *Chaleur de transformation de l'acide cyanique en cyamélide.* — La rapidité avec laquelle l'acide cyanique liquide se transforme en cyamélide permet de déterminer avec exactitude le dégagement de chaleur qui accompagne cette transformation. En effet, l'acide cyanique liquide enfermé dans des tubes scellés à la lampe se transforme en cyamélide, en quelques minutes, dans le moufle du calorimètre. Le déplacement rapide de l'extrémité de la colonne mercurielle de cet instrument indique l'intensité du phénomène calorifique. Des expériences faites à — 20 et à — 9 degrés permettent de calculer la chaleur qui se serait dégagée si l'acide cyanique avait été introduit à zéro dans le calorimètre. Le calcul appliqué à ces expériences donne, pour la chaleur dégagée par un gramme d'acide cyanique se transformant en cyamélide à la même température, 410 calories. L'acide cyanique, en abandonnant cette chaleur, subit plus qu'un changement d'état physique; aussi n'y a-t-il rien d'étonnant à ce que les phénomènes calorifiques observés soient plus intenses que ceux qui accompagnent le simple passage à l'état solide d'un corps primitivement liquide. L'énorme contraction que l'acide cyanique subit en se transformant en cyamélide est, comme celle du phosphore, du soufre et du sélénium, liée intimement au dégagement de chaleur accompagnant le passage d'une modification à une autre.

» II. *Chaleur de transformation de la cyamélide en acide cyanurique.* — La chaleur de transformation de la cyamélide en acide cyanurique a été mesurée par la comparaison des chaleurs dégagées lorsqu'on attaque successivement chacun de ces deux corps, dans le moufle du calorimètre, au moyen d'une dissolution concentrée de potasse. Ils donnent naissance à un même composé, le cyanurate de potasse. La production d'une petite quantité de cyanate de potasse dans l'attaque de la cyamélide exige une correction qu'on déduit de la quantité de chaleur dégagée par la combinaison de l'acide

gazeux avec la dissolution de potasse employée. Du reste, la proportion de cyanate formé est à peu près nulle quand on emploie la cyamélide préparée depuis longtemps et n'exhalant plus l'odeur de l'acide cyanique. Nous avons trouvé que la cyamélide, en passant à l'état d'acide cyanurique, absorbe 76 calories par gramme. L'acide cyanurique dégage donc de la chaleur en se transformant en cyamélide. Ce changement allotropique est, contrairement à ce qu'on observe le plus souvent, accompagné d'une diminution dans la densité observée à une température voisine de 20 degrés, ainsi que le prouve la comparaison des nombres suivants :

Densités de l'acide cyanurique.	Densités de la cyamélide.
à 0°... 1,768	à 0°... 1,974
19°... 2,500	24°... 1,774
24°... 2,228	
48°... 1,725	

» L'anomalie n'existe, comme on le voit, qu'entre zéro et 48 degrés environ. Elle est liée à l'existence d'un maximum de densité.

» III. *Relation entre les chaleurs de combustion des corps et leurs densités.* — Si la densité d'un corps est toujours une donnée spécifique et caractéristique, elle prend une importance bien plus grande encore pour les corps qui se présentent à nous sous plusieurs états isomériques. Il suffit, pour s'en convaincre, de se rappeler les travaux de M. Ch. Sainte-Claire Deville sur le soufre, ceux de M. Schrœtter sur le phosphore et ceux de M. Berthelot (1). Aujourd'hui, nous sommes amenés à considérer comme probable que l'accroissement de densité, observé au fur et à mesure qu'on épuise la faculté que les corps possèdent de se combiner, est pour chacun d'eux la mesure de la chaleur qu'ils ont perdue, à moins que la dilatation ne présente une anomalie semblable à celle que M. Fizeau a observée pour l'iodure d'argent.

» 1° *Soufre.* Depuis les recherches si précises de M. Ch. Sainte-Claire Deville, on sait que le soufre mou, le soufre octaédrique et le soufre prismatique suivent la règle admise : la variété la plus dense est celle qui conserve le moins de chaleur. Le soufre amorphe insoluble dans le sulfure de carbone obéit-il à cette loi ? Nous avons fait de nombreuses expériences pour résoudre cette question, qui présente des difficultés toutes spéciales, signalées par M. Ch. Sainte-Claire Deville. Nos expériences ont d'abord porté sur le soufre en fleur, épuisé par le sulfure de carbone. Mais, comme ce

(1) *Voir* la *Leçon sur l'isomérie* faite par M. Berthelot à la Société Chimique le 27 avril 1863.

soufre était toujours mélangé d'impuretés dues à la fleur de soufre, nous avons dû renoncer à l'emploi de cette matière, qui ne peut pas servir même pour une détermination approximative de la densité. Le soufre mou préparé avec du soufre distillé, puis traité par le sulfure de carbone, nous a permis, au contraire, de préparer un soufre insoluble exempt de matières étrangères (1). Nous avons pu ainsi obtenir 30 grammes de soufre amorphe parfaitement mouillé par le liquide dans notre flacon à densité. L'expérience nous a donné le nombre 2,046. Cette densité est donc inférieure à celle 2,07 du soufre octaédrique, comme l'avait reconnu M. Ch. Sainte-Claire Deville; et cependant, le soufre amorphe dégage moins de chaleur en brûlant que le soufre octaédrique. Cette exception à la règle commune, analogue à celle que présente l'acide cyanurique, ne tiendrait-elle pas à une cause analogue? C'est ce que des expériences en cours d'exécution ne tarderont pas à nous apprendre.

» 2° *Acide arsénieux*. Les déterminations calorifiques de M. Favre ont appris que l'acide arsénieux vitreux perd 1326 calories par équivalent en se transformant en acide opaque. Les densités admises pour ces deux variétés conduisaient donc à une nouvelle exception à la relation générale qui lie les densités aux chaleurs de combustion. L'anomalie de l'acide cyanurique étant liée à l'existence d'un maximum de densité, nous devions chercher si l'acide arsénieux qui contient le plus de chaleur ne présenterait pas également un maximum de densité. L'expérience a pleinement confirmé nos prévisions; nous avons constaté que l'acide arsénieux vitreux présente un maximum de densité dans le voisinage de la température de 14 degrés.

» La variété prismatique étant beaucoup plus dense que les variétés vitreuse et opaque, il était intéressant de comparer entre elles leurs diverses chaleurs de combustion. MM. H. Sainte-Claire Deville et Debray ayant mis à notre disposition un magnifique échantillon de cet acide, nous avons déterminé sa chaleur de transformation par l'élégante méthode de M. Favre. Nous avons trouvé que l'acide vitreux, en se transformant en acide prismatique, perd $623^{cal},7$ par équivalent. Ce dégagement de chaleur étant accompagné d'une contraction, cette transformation isomérique rentre dans la règle générale. Le nombre que nous avons obtenu concorde avec celui

---

(1) Comme le soufre amorphe, une fois exposé à l'air, ne peut que très-difficilement être mouillé, nous avons eu soin de ne jamais retirer ce soufre du sulfure de carbone qui servait à l'isoler, et que l'on renouvelait par déplacement.

que l'on peut déduire de la considération des chaleurs de contraction (1). La chaleur de contraction représente donc à très-peu près la perte de chaleur qu'éprouve un corps lorsqu'il subit une transformation isomérique.

» Après avoir rappelé que, d'après M. Favre, l'acide vitreux abandonne 1326 calories par équivalent en se transformant en acide opaque, nous avons démontré expérimentalement que ce même acide, en se transformant en acide prismatique, ne dégage que $623^{cal},7$. L'acide prismatique, en passant à l'état d'acide opaque, dégage donc de la chaleur. Or, ce dégagement de chaleur étant accompagné d'une diminution dans la densité, nous trouvons là une nouvelle exception à la loi commune. Mais elle tient évidemment à la grande dilatabilité de l'acide prismatique; car, si cet acide eût possédé un coefficient de dilatation voisin de celui de l'acide arsénieux octaédrique, que l'on connaît grâce aux recherches de M. Fizeau, la chaleur de contraction de ce corps eût été plus grande que celle de l'acide opaque.

» Les anomalies sont donc nombreuses, et les lois de la dilatation des corps isomères doivent, au même titre que les densités, intervenir pour la prévision du sens des phénomènes calorifiques qui accompagnent les transformations isomériques. »

M. H. Sainte-Claire Deville présente les observations suivantes, au sujet de cette Communication :

« MM. Troost et Hautefeuille font allusion, dans la Note qui précède, à un emploi des notions sur la *chaleur de contraction* que j'ai introduites dans le calcul de l'énergie potentielle relative aux changements d'état physique. Je dois dire ici que les nombres déterminés par MM. Troost et Hautefeuille les amènent à des considérations qui sont tout à fait nouvelles, quoiqu'elles soient du même ordre, sur les phénomènes de changement d'états isomériques. Mon travail est depuis un an à l'impression; il serait trop long de l'analyser ici, mais il paraîtra bientôt.

» MM. Troost et Hautefeuille parlent aussi d'un magnifique échantillon d'acide arsénieux prismatique que M. Debray et moi nous avons préparé avec un grand nombre de produits semblables par un procédé que nous n'avons pas encore décrit. Il consiste à chauffer et à refroidir alternativement des matières peu solubles ou réputées insolubles au contact de liquides

---

(1) *Voir* les *Leçons sur la dissociation*, faites par M. H. Sainte-Claire Deville à la Société Chimique en 1865 (Paris, Hachette).

convenablement choisis. Cet acide arsénieux, qui n'a pas encore été étudié par nous, faute de temps, le sera bientôt, j'espère, et nous fournira les éléments d'une monographie complète de ce corps et de ceux que nos procédés nous permettent de préparer dans des appareils qui fonctionnent régulièrement depuis plus de six ans à l'École Normale. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les relations qui existent entre les acides amidés dérivés de l'acide benzoïque et les alcaloïdes dérivés du toluène; par* **M. A. Rosenstiehl.**

« Trois acides présentent une composition qui répond à la formule $C^7H^5(NH^2)O^2$; ce sont les acides *amidobenzoïque, amidodracylique* et *anthranilique*. Deux alcaloïdes seulement, homologues directs de l'aniline, sont connus : la *toluidine* et la *pseudotoluidine*. Quelles sont les relations qui existent entre ces deux classes de corps? Existe-t-il une troisième toluidine, et quel est celui des acides amidés auquel elle correspond? Telles sont les questions qu'on a cherché à résoudre par le présent travail.

» On sait que M. Kœrner, à Palerme, a obtenu récemment un isomère de la toluidine en partant du bromotoluène cristallisé (*Comptes rendus*, séance du 5 avril 1869). Le même corps a été obtenu presque à la même époque par MM. Huebner et Wallach à Gœttingue (*Zeitschrift für Chemie*, t. V, p. 139). Cet alcaloïde ne paraît être autre que la pseudotoluidine que j'ai découverte dans les anilines commerciales (*Comptes rendus*, t. LXVII, p. 45).

» La question de l'isomérie des toluidines me semble difficile à résoudre en partant des toluènes bromés, vu la très-grande fusibilité de ces corps, qui s'oppose à leur séparation totale; il m'a semblé préférable de chercher à transformer les acides amidés, directement en alcaloïdes, par une action réductrice énergique. La relation de formule qui lie ces deux classes de corps est en effet fort simple :

$$C^6H^4(NH^2).CO(HO) + 3H^2 = C^6H^4(NH^2).CH^3.$$

C'est le groupe CO (HO) qui est à transformer en CH^3.

» Pour opérer cette réduction, j'ai employé l'acide iodhydrique qui m'avait déjà rendu de si excellents services ailleurs (*Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 335). La conversion des acides en alcaloïdes se fait à une température comprise entre 180 à 200 degrés centigrades, en employant 10 parties d'hydracide dont la densité est un peu supérieure à 2.

» L'*acide amidobenzoïque* a donné naissance à de la *toluidine pure*, sans

aucune réaction secondaire. La même transformation a pu être effectuée directement avec l'acide nitrobenzoïque d'origine diverse.

» L'*acide amidodracylique* a donné naissance à de la pseudotoluidine; en même temps une réaction secondaire dédouble, soit l'acide amidodracylique en acide carbonique et aniline, soit la pseudotoluidine en hydrure de méthyle et aniline; on constate la présence de ces divers corps parmi les produits de la réduction.

» L'*acide anthranilique* s'est comporté exactement comme l'acide amidodracylique; l'action de l'hydracide a donné naissance à de l'acide carbonique et de l'hydrure de méthyle, produits gazeux, et à de l'aniline et de la pseudotoluidine à l'état d'iodhydrates cristallisés; il ne s'est point formé de matières goudronneuses.

» En préparant les divers acides qui ont servi à mes essais, j'ai pu faire plusieurs observations qui trouvent leur place ici.

» L'acide nitrobenzoïque brut, obtenu par l'action de l'acide nitrique sur l'acide benzoïque, présente un point de fusion toujours plus élevé que l'acide pur, lequel fond à 127 degrés centigrades. Les produits de la réduction de cet acide brut contiennent, outre la toluidine, toujours de l'aniline et de la pseudotoluidine. Ces deux derniers alcaloïdes sont un indice certain de la formation simultanée des acides nitrobenzoïque, nitrodracylique, et peut-être de dérivé nitré correspondant à l'acide anthranilique. On voit que la formation de corps isomères dans une seule et même réaction est bien plus fréquente qu'on ne le pense.

» En traitant le toluène par l'acide nitrique fumant à l'ébullition, Glénard et Bourdault ont observé la formation d'acide nitrodracylique. MM. Belstein et Wildbrand ont montré qu'il se forme en même temps de l'acide nitrobenzoïque en petite quantité. Ces deux acides ne sont autres que les produits d'oxydation des deux nitrotoluènes isomères dont la formation est simultanée, ainsi que je l'ai démontré (*Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 602). Le nitrotoluène cristallisé s'oxyde fort lentement par une ébullition prolongée pendant trois cents heures consécutives: on n'a pas réussi à l'oxyder totalement. Le produit est de l'acide nitrobenzoïque pur, identique avec celui qui est préparé directement avec l'acide benzoïque. Il a été transformé directement en toluidine par l'acide iodhydrique. On sait du reste que le nitrotoluène cristallisé produit par réduction de la toluidine (ALEXEYEFF, *Bulletin de la Soc. chim. de Paris*, t. VII, p. 377, et KEKULÉ, *loc. cit.*, p. 105).

» Le nitrotoluène liquide donne naissance à l'acide nitrodracylique; la

transformation exige une ébullition de cent heures. Comme ce nitrotoluène contient toujours en dissolution son isomère solide, ce dernier, moins oxydable, résiste, et se trouve à la fin de l'opération dans un grand état de pureté. J'ai démontré ailleurs que le nitrotoluène liquide fournit par réduction de la pseudotoluidine.

» L'identité de l'action de l'acide iodhydrique sur les acides amidodracylique et anthranilique m'a fait faire quelques expériences comparatives sur ces deux corps, et j'ai constaté quelques faits nouveaux.

» L'*acide amidodracylique* fond vers 180 degrés centigrades; Fischer indique 197 degrés, Beilstein et Wildbrand 186 (*Ann. der Chemie und Pharmacie*, t. CXXVI, p. 254; t. CXVII, p. 137; t. CXXVIII, p. 257). Les différences observées par ces savants s'expliquent aisément : quelque soin qu'on prenne à chauffer l'acide, on constate sans peine, pendant la fusion, un dégagement continu d'acide carbonique : un petite quantité se sublime. La solidification se fait alors à des températures d'autant plus basses que la fusion a été maintenue plus longtemps. Au moment de la solidification, la masse se gonfle par un dégagement subit de gaz. En répétant l'opération plusieurs fois, on a finalement un produit qui reste solide, et qui distille entièrement entre 180 et 185 degrés : c'est de l'aniline pure.

» Mélangé à du verre pilé et chauffé brusquement, l'acide amidodracylique fournit un mélange d'aniline et de pseudotoluidine : une petite quantité de matière se détruit.

» L'*acide anthranilique* fond vers 150 degrés, et se dédouble par la chaleur seule entre 180 et 200 degrés, en aniline pure et acide carbonique. Mélangé à du verre pilé et chauffé brusquement, il produit de l'aniline et de la pseudotoluidine.

» Les propriétés de ces deux acides isomères sont donc si voisines, au moins en ce qui regarde leurs relations avec les alcaloïdes, qu'on se demande s'ils ne sont pas identiques : en réalité ils ne le sont pas, car, d'après Fischer (*loc. cit.*), l'acide amidodracylique, traité par l'acide nitreux, produit de l'acide paroxibenzoïque, tandis que l'acide anthranilique donne naissance à l'acide salicylique. La pseudotoluidine que j'ai obtenue de l'un et de l'autre est-elle la même dans les deux cas? On conçoit qu'il puisse en être ainsi, et à en juger par les réactions caractéristiques fondées sur la solubilité des sels et les colorations si nettes et si sensibles que j'ai pu constater (1), on affirmerait l'identité sans hésitation. Mais mes études sur la rosaniline et la pseudorosaniline ont révélé un cas d'isomérie si intime,

(1) Réactions colorées de la pseudotoluidine (*Comptes rendus*, t. LXVII, p. 398).

qu'il me paraît prudent de réserver provisoirement la question. Quand on aura découvert un moyen de produire plus abondamment que je ne l'ai pu les alcaloïdes dérivés des acides amidodracylique et anthranilique, on trouvera peut-être qu'ils ne correspondent pas aux mêmes dérivés.

» En résumé : l'action de l'acide nitrique sur le toluène donne naissance : 1° à du nitrotoluène cristallisé correspondant aux acides nitro et amidobenzoïque et à la toluidine, 2° à du nitrotoluène liquide correspondant aux acides nitro et amidodracylique (peut-être à l'acide anthranilique) et à la pseudotoluidine;

» L'action de l'acide nitrique sur l'acide benzoïque donne naissance : 1° à l'acide nitrobenzoïque, produit principal, 2° à l'acide nitrodracylique (peut-être au dérivé nitré correspondant à l'acide anthranilique).

» La toluidine correspond à l'acide amidobenzoïque, la pseudotoluidine à l'acide amidodracylique et à l'acide anthranilique.

» Ces recherches ont été faites au Laboratoire de l'École supérieure des Sciences de Mulhouse, et avec le concours de M. Nikiforoff. »

CHIMIE. — *Sur la solubilité du soufre dans les huiles de houille.* Deuxième Note de **M. E. Pelouze**, présentée par M. Cahours.

« Poursuivant mes recherches sur la solubilité du soufre dans les huiles de houille, je suis arrivé à des résultats nouveaux, qui compléteront ceux que j'ai eu l'honneur de communiquer précédemment à l'Académie.

» J'ai divisé en trois groupes, selon leur densité, les hydrocarbures liquides dont l'ensemble constitue les huiles de houille, et j'ai comparé leur pouvoir dissolvant.

» Les résultats des nombreux essais que j'ai entrepris à cet effet sont résumés dans le tableau suivant :

Soufre dissous dans 100 *parties de dissolvant.*

	Benzines légères.		Benzines lourdes.		Huiles lourdes.	
Densité.....	0,870	0,880	0,882	0,885	1,010	1,020
Ébullition...	De 80 à 100°.	De 85 à 120°.	De 120 à 200°.	De 150 à 200°.	De 210 à 300°.	De 220 à 300°.
Température du dissolvant à 15°.	2,1 p.100	2,5 p.100	2,5 p.100	2,6 p.100	6,0 p.100	7,0 p.100
à 30°.	3,0 »	4,0 »	5,3 »	5,8 »	8,5 »	8,5 »
à 50°.	5,2 »	6,1 »	8,3 »	8,7 »	10,0 »	12,0 »
à 80°.	11,8 »	13,7 »	15,2 »	21,0 »	37,0 »	41,0 »
à 100°.	15,5 »	18,3 »	23,0 »	26,4 »	52,5 »	54,0 »
à 110°.		23,0 »	26,2 »	31,0 »	105,0 »	115,0 »
à 120°.		27,0 »	32,0 »	38,0 »	quantité indéfinie.	quantité indéfinie.
à 130°.			38,7 »	43,8 »	»	»

» Les chiffres consignés ci-dessus permettent de constater :

» 1° Que la solubilité du soufre dans les huiles de houille augmente avec la densité des dissolvants;

» 2° Que, pour une même température, la solubilité du soufre est plus grande dans le dissolvant le plus dense : ainsi, à 100 degrés, l'huile lourde de houille, d'une densité de 1,020, peut dissoudre 54 pour 100 de soufre, tandis qu'une benzine légère, pesant 0,870, n'en dissoudra, à la même température, que 15,5 pour 100;

» 3° Que certaines huiles lourdes dissolvent, à 110 degrés, jusqu'à 115 pour 100 de soufre, et possèdent, au-dessus de 120 degrés, un pouvoir dissolvant en quelque sorte illimité.

» On comprend l'importance de ces résultats, au point de vue du choix de l'huile de houille destinée à l'extraction du soufre par le procédé que j'ai décrit.

» Toutefois les essais entrepris à la Compagnie Parisienne du gaz, sous l'habile direction de MM. Audouin et Battarel, ses Ingénieurs-Chimistes, démontrent qu'il ne faut pas faire usage d'huile d'une densité trop grande pour l'extraction du soufre contenu dans les vieilles matières d'épuration du gaz, la purification du soufre brut devenant alors bien plus difficile : l'huile lourde qui leur a donné les meilleurs résultats pèse 0,995 et bout de 180 à 210 degrés.

» Il est à remarquer que le soufre décompose entre 200 et 300 degrés les huiles lourdes de houille, avec dégagement d'hydrogène sulfuré : c'est une raison à ajouter à celles que j'ai précédemment indiquées, pour n'opérer qu'au-dessous du point d'ébullition du dissolvant, à une température qui, en aucun cas, ne doit dépasser 150 degrés. »

ZOOLOGIE. — *Némertien hermaphrodite de la Méditerranée.* Note de **M. A.-F. Marion**, présentée par M. Milne Edwards.

« M. le professeur W. Keferstein décrivait naguère (1) sous le nom de *Borlasia hermaphroditica*, une curieuse espèce monoïque dont il n'avait observé qu'un seul individu à Saint-Malo en août 1867. Ce fait assez inattendu est demeuré isolé jusqu'à ce jour.

» J'ai découvert sur les côtes de Marseille, au mois de mars de la présente

(1) *Archiv für Naturgeschichte*, 1868.

année, un nouveau Némertien hermaphrodite que j'ai pu recueillir plusieurs fois depuis, toujours en pleine gestation. Cette espèce appartient au genre *Borlasia*, mais elle est distincte de la *Borlasia hermaphroditica* de Saint-Malo, de l'aveu de M. Keferstein lui-même, auquel je suis heureux de pouvoir la dédier. La *Borlasia Kefersteinii* habite, dans les grandes profondeurs, les diverses algues encroutées qui abritent d'ordinaire de nombreuses Annélides errantes et sédentaires.

» Son corps, très-protéiforme, atteint lorsque l'animal est entièrement déployé une longueur de 15 millimètres. Il est couvert de cils vibratiles, plus nombreux et plus longs, en avant autour de l'ouverture de la trompe et en arrière autour de l'ouverture anale. La tête porte deux paires d'yeux, munis d'un cristallin et d'un amas de pigments noirs. La trompe est placée au-dessus du tube digestif et semble quelquefois s'étendre jusqu'à l'extrémité inférieure du corps. La région antérieure de cet organe est couverte de houppes qui s'interrompent et disparaissent un peu au-dessous du stylet.

» Les ovules mâles et les ovules femelles se développent entre la couche hépatique du tube digestif et les parois du corps, à la manière accoutumée. Les ovules femelles entièrement développés mesurent $0^{mm},317$ et se composent d'une membrane vitelline, d'un vitellus qui se forme dans l'intérieur même de l'ovule et d'une vésicule germinative de $0^{mm},09$ de diamètre. Les ovules mâles, dont la taille est un peu inférieure à celle des œufs femelles, sont pleins de longs filaments spermatiques qui s'agitent vivement lorsqu'on les isole.

» Ces deux éléments sexuels existent dans presque toute la longueur du corps, depuis le commencement du tube digestif jusque vers son extrémité. »

MICROGRAPHIE. — *Photomicrographie de Diatomées.* Note de **M. J. Girard**, présentée par M. Decaisne.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie diverses épreuves de Diatomées, reproduites photomicrographiquement, suivant des grossissements variables. La texture délicate de leur carapace silico-gélatineuse est difficilement rendue par le dessin le plus exact et le plus habilement fait; il n'appartient qu'à la rigoureuse précision de la lumière de traduire, sans les dénaturer, les merveilleux détails que présentent ces végétaux microscopiques.

» Les procédés employés sont identiques à ceux de la photographie ordinaire, avec cette seule différence que l'objectif à reproduction est rem-

placé par un autre très-petit, éclairé par la lumière solaire réfléchie au moyen d'un miroir plan ou concave suivant les circonstances. Pour donner à cette lumière les qualités photogéniques nécessaires, il est indispensable de la corriger par l'interposition d'un verre d'une nuance bleuâtre. Quand elle manque d'intensité, comme quand on fait usage d'objectifs forts dont la lentille frontale a à peine un millimètre de diamètre, il est nécessaire d'avoir recours à un condensateur.

» Les sujets présentés sont principalement des *Diatomées-tests*, où le grossissement a été poussé jusqu'à la limite extrême où la netteté commence à être compromise; ainsi un *Amphitheatras* est à 800 diamètres, un *Triceratium* à 700, un *Pleurosigma* à 900. Les Diatomées sont, de tous les sujets microscopiques, ceux qui peuvent le mieux supporter de fortes amplifications, à cause de leur infinie perfection géométrique; mais leur translucidité n'offrant pas assez d'opposition pour mettre en relief, par des ombres, les différentes parties saillantes de celles qui ne le sont pas, il existe ainsi une difficulté de reproduction; pour parer à cet inconvénient, la coloration par la fuschine ou l'aniline peut être employée, quand, la matière du sujet étant plutôt gélatineuse que siliceuse, l'imprégnation est plus praticable.

» Pour l'étude, la photomicrographie offre le grand avantage de la comparaison prise à divers degrés de grossissement, montrant d'abord l'ensemble du sujet, et ensuite ses détails intimes. Ainsi une épreuve représente des *Isthmia* appendus aux ramules d'une conferve, dans une première figure; finalement une de ces Diatomées est détachée et grossie, pour montrer sa structure d'une manière plus complète.

» La photomicrographie est un moyen parfaitement exact, pour la résolution des *tests* les plus difficiles; l'image obtenue édifie d'une manière irréfutable sur la valeur du système optique du microscope. Elle permet, au surplus, de constater les différents effets de lumière, insaisissables autrement; l'interférence et la diffraction se traduisent souvent sur quelques Diatomées par des combinaisons remarquables. »

M. Mène adresse les résultats d'analyses comparatives de divers insectes.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 5 juillet 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

Histoire des principales opinions que l'on a eues de la nature chimique des corps, de l'espèce chimique et de l'espèce vivante; par M. E. CHEVREUL, Membre de l'Institut. Atlas. Paris, 1869; in-4°. (Extrait du tome XXXVIII des *Mémoires de l'Académie des Sciences.*)

Matériaux pour la paléontologie suisse, ou Recueil de monographies sur les fossiles du Jura et des Alpes; publié par M. F.-J. PICTET, 5e série, 2e livraison, contenant : *Description des fossiles du terrain crétacé de Sainte-Croix; par* MM. F.-J. PICTET et G. CAMPICHE, 4e partie, nos 2 et 3. Genève et Bâle, 1869; 2 livraisons in-4°, texte et planches.

Association scientifique de France. Séance du 11 mai 1869, à Metz, présidence de M. LE VERRIER. *Formation et marche des orages : discussion; par* M. le professeur SCOUTETTEN. Metz, 1869; br. in-8°.

Descartes considéré comme physiologiste et comme médecin; par M. le Dr BERTRAND DE SAINT-GERMAIN. Paris, 1869; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bouillaud.)

Notices sommaires sur divers travaux, rapports et établissements astronomiques; par M. GAUTIER. Genève, 1869; br. in-8°. (Extrait des *Archives des Sciences de la Bibliothèque universelle.*)

De l'orgueil et de la folie; par M. LAGARDELLE. Paris, 1869; br. in-12.

Des accidents convulsifs dans la paralysie générale progressive; par M. LAGARDELLE. Paris, 1869; br. in-8°.

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

ERRATA.

(Séance du 28 juin 1869.)

Page 1547, ligne 10, *au lieu de* gaz en vapeurs, *lisez* gaz et vapeurs.

Page 1549, ligne 25, *au lieu de* 4°, *lisez* 4.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 JUILLET 1869.

PRÉSIDENCE DE M. CLAUDE BERNARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

« **M. Paul Bérard**, Chef du Laboratoire de la Faculté des Sciences de Paris, au nom de sa mère, Mme veuve Bérard, fait connaître à l'Académie la perte que viennent d'éprouver la science et sa famille, par la mort de M. Bérard (Jacques-Étienne), ancien Doyen de la Faculté de Montpellier.

» M. Bérard était le doyen des Correspondants de l'Académie des Sciences; nommé en 1819, il a possédé ce titre pendant cinquante ans.

» Par sa famille et par lui-même, M. Bérard se rattache aux souvenirs les plus importants des sciences physico-chimiques depuis près d'un siècle. Son père était l'associé de Chaptal dans l'exploitation de la célèbre Manufacture des produits chimiques établie près de Montpellier, et c'est à lui qu'est dû le procédé de la combustion continue du soufre, qui a métamorphosé la fabrication de l'acide sulfurique, et par suite celle de tous les produits chimiques.

» M. Bérard, notre Correspondant, avait été introduit dès sa jeunesse dans le célèbre Laboratoire d'Arcueil, près de Berthollet, qui lui avait voué une affection paternelle.

» Indépendamment de sa coopération aux belles expériences qui ont immortalisé le Laboratoire de Berthollet, M. Bérard y exécutait, pour son propre compte, des travaux dont le temps n'a fait qu'accroître l'importance :

sur les rayons chimiques et sur les rayons calorifiques du spectre solaire; sur la polarisation de la chaleur; sur la chaleur spécifique des gaz avec la collaboration de Laroche; enfin, sur la maturation et le blettissement des fruits, etc.

» Ces travaux, les découvertes ou les déterminations précises qu'ils renfermaient, avaient donné à M. Bérard une situation scientifique élevée, qui fut consacrée de bonne heure, par sa nomination comme Membre de la Société d'Arcueil, dont il était demeuré le dernier représentant.

» Rentré à Montpellier, son enseignement sûr et lucide, qui a duré plus d'un demi-siècle; son habile administration comme Doyen, ses services multipliés, comme édile, sa noble et large hospitalité avaient entouré de vénération sa personne et sa maison, bien connue de tous les étrangers éminents qui visitent la France. De tels caractères, qu'anime jusqu'à leur dernière heure l'amour de la vérité et l'esprit de justice, font aimer et respecter la science et les savants. La mort de M. Bérard a été pour la ville de Montpellier un deuil public; son nom, en disparaissant de la liste de nos Correspondants, rompt l'un des derniers liens qui rattachent encore l'Académie des Sciences de ce siècle aux traditions de l'ancienne Académie. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Sur la Lettre de Galilée du 5 novembre 1639. — Remarques au sujet d'une erreur typographique. — Texte rectifié d'une Lettre de Pascal à Fermat; par* **M. Chasles**.

I.

« M. Carbone, Conservateur des Mss. de la Bibliothèque nationale de Florence, à qui j'avais envoyé trois copies photographiques de la Lettre de Galilée à Rinuccini, du 5 novembre 1639, m'a annoncé que M. Le Verrier, en l'informant de cet envoi, lui avait ordonné de faire faire aussitôt une expertise soignée et solennelle de cette pièce; qu'à cet effet, M. le Directeur de la Bibliothèque avait nommé une Commission.

» En remerciant M. Carbone, le 10 courant, je l'ai prévenu que j'avais retrouvé trois autres copies de la Lettre en question, dont j'aurais l'honneur de lui adresser sous très-peu de jours des photographies, en le priant de les soumettre à la Commission.

» Une de ces photographies m'était promise pour aujourd'hui; on me répond dans ce moment qu'elle n'est pas prête.

» Outre ces pièces, voici un petit papier qui porte cette mention :
» 5 *nov.* 39. *min. de ma lettre au sig Ren., par moi translatée en françois*
» *pour mad*[lle] *de G. et pour mons*[r] *R. Faire* 3 *cop. en italien.* »

» Avec la minute, et les trois copies annoncées, je possède aussi la translation en français destinée à Rotrou et à M[lle] de Gournay, et une troisième pièce semblable, destinée à Voiture.

» Il serait nécessaire de comparer ces pièces avec les Mss. Galiléens de Florence. Aussi j'ose espérer que M. Carbone et MM. les Membres de la Commission voudront bien faire parvenir à l'Académie des photographies de la Lettre en question et de quelques autres pièces, autographes ou copies.

II.

» Je passe à l'erreur typographique annoncée. Bien que ce soit la Communication dernière de M. Le Verrier qui me donne lieu de signaler ici cette erreur, je ne me propose point d'entrer, dès ce moment, dans la discussion de cette Communication, dont j'attends la conclusion avec impatience.

» Je trouve, page 18 du *Compte rendu* de la dernière séance, ce passage : « On lit dans la quatrième Note, t. LXV, p. 132 : « La puissance qui agit » sur une planète plus proche du Soleil est ORDINAIREMENT plus grande » que celle qui agit sur une planète plus éloignée. » Comment Pascal » aurait-il pu écrire cet ORDINAIREMENT? comme s'il y avait eu quelque » exception à la loi de la gravitation universelle! Telle est la question » qu'on s'adressait et à laquelle on a aujourd'hui une réponse. Le texte » de Savérien porte ÉVIDEMMENT. Le copiste a fait erreur. »

» Ce *copiste* est appelé quelques lignes après, le *faussaire*, le *copiste faussaire*. Ainsi M. Le Verrier a présenté son observation comme preuve de l'intervention d'un faussaire.

» Cet *ordinairement* m'avait frappé à la séance même, pendant la lecture de notre confrère; aussi je me suis empressé de rechercher la Note de Pascal. Cette Note faisait partie des dix-huit premières pièces que j'avais remises à M. Balard, aussitôt qu'il m'avait parlé du procédé de M. Carré. J'allai la lui montrer; il la reconnut aussitôt, avec d'autant plus de certitude qu'il a conservé le morceau de forme polygonale qu'il en a détaché pour le faire séjourner dans l'acide chlorhydrique. Elle porte le mot ÉVIDEMMENT et non ORDINAIREMENT. Il n'y a donc point là de preuve de l'intervention d'un faussaire, mais une simple erreur typographique; j'ajouterai que cette Note de Pascal, qui porte le titre d'*observation*, se trouve intégralement, mais en deux parties, sur deux Notes distinctes, où il y a encore *évidemment*. On sait que j'ai dit, en insérant ces Notes dans le *Compte rendu*, que plusieurs se trouvent en double dans ma Collection (1).

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXV, p. 126, 131, 133, 134.

III.

» Maintenant il me sera permis de dire que la remarque de M. Le Verrier sur ce mot ORDINAIREMENT m'a étonné au plus haut point, parce qu'il y avait une foule de raisons pour qu'il reconnût aussitôt que ce ne pouvait être qu'une erreur typographique, car à la ligne précisément qui précède celle où se trouve ce mot, il est dit : « L'attraction est plus ou moins grande, suivant » que les planètes s'approchent ou s'éloignent du Soleil. » Cette phrase s'était déjà trouvée dans la Note 5 de la page 130. En outre, il est dit dans la Note 4 de cette même page : « Les gravités (des planètes) diminuent comme les » quarrés de leurs distances au Soleil augmentent. » Et cette loi est encore implicitement dans la Note 4 de la page 131. De plus, on lit dans la Note 4 de la page 133 : « On peut conjecturer et même inférer qu'il y a une puis- » sance semblable à la gravité des corps pesants sur la Terre, qui s'étend du » Soleil à toutes les distances *et diminue* CONSTAMMENT *comme les quarrés* » *de ces distances augmentent.* » Cette phrase a été critiquée par M. Le Verrier et attribuée « *au Faussaire* (1). » Il semble que, par esprit de justice, même envers ce malheureux faussaire, auquel mes adversaires avaient jusqu'ici reconnu quelque mérite, dans une fabrication aussi prodigieuse, il n'aurait pas été mal que M. Le Verrier fît remarquer que le *constamment* actuel contrastait singulièrement avec l'*ordinairement.*

» Mais je terminerai par une observation importante qui m'est personnelle et qui n'a pu échapper à notre confrère, comme astronome : c'est que cette Note où est l'*ordinairement* incriminé renferme la démonstration *mathématique* de la loi de l'attraction, tirée de la troisième loi de Kepler sur les carrés des temps des révolutions comparés aux cubes des moyennes distances des planètes au Soleil. C'est ce que j'ai fait voir (*Comptes rendus*, p. 135) par le calcul qui est l'interprétation algébrique et la signification de la Note. M. Le Verrier aurait-il pensé que j'aurais conclu une démonstration mathématique d'un principe empreint du mot *ordinairement.* Je ne le crois pas; et je m'explique sa critique ou plutôt son inadvertance, en pensant que notre confrère s'est associé depuis trois mois un de mes adversaires dont les critiques récentes sont reproduites et tiennent une grande place dans son travail. C'est l'adversaire dont j'ai signalé déjà les illusions, il y a quelques années, et de qui j'ai pu dire qu'il « jouit de la faculté de » ne rien voir de ce qui est contraire à ses idées du moment (2). » La

(1) *Comptes rendus*, t. LXIX, p. 14 et 19.

(2) *Comptes rendus*, t. LI, p. 1060, année 1860.

citation du mot *ordinairement*, admise de confiance par M. Le Verrier, comme une preuve de l'existence d'un faussaire, est un nouvel exemple de cette faculté qui s'annonçait dans une autre polémique, en 1860.

IV.

» J'indiquerai ici une autre rectification qui ne touche plus à mes adversaires, quoiqu'elle se rapporte au mot *initié*, signalé par M. Le Verrier : ce mot se trouve deux fois dans la Lettre de Pascal à Fermat, du 16 avril 1648, où se trouve même, aussi à tort, deux fois le mot *initiative*.

» J'ai dit que parmi mes documents se trouvent des copies dont je possède même parfois les originaux. Malheureusement, ces copies ont été faites, en général, avec intention d'une certaine imitation des originaux. Je vois dans une Lettre de Newton à Desmaizeaux, qu'il faisait faire des copies de ses propres Lettres par un copiste qui imitait le mieux son écriture; Louis XIV, voulant communiquer des documents qu'il a recueillis, demande à l'abbé Bignon des copistes capables et honnêtes, et écrit à Cassini qu'il lui envoie 3000 copies, puis 2000, faites semblables aux originaux. Louis XVI, qui voulait faire une publication qui réalisât les intentions du grand Roi son aïeul, comme il le dit, faisait faire aussi des copies imitées des originaux; mais, préoccupé des événements qui surgissent sur la fin de 1789, il renvoie au collectionneur les documents que celui-ci lui avait confiés, avec 5000 copies qu'il le prie de conserver, comptant donner suite dans un moment plus propice à son projet. Il avait déjà envoyé 2000 copies à Mallet du Pan, qui devait se charger de la publication des Documents.

» Voilà comment je possède des copies dont une grande partie ont plus ou moins de ressemblance graphique avec les originaux, ce qui m'a trompé parfois quand je mettais la main sur une pièce qui devait répondre à une objection du jour. Ces copies ont été faites assez négligemment et sont incorrectes par rapport au style et au texte même de l'original qui se trouve souvent altéré.

» La Lettre en question de Pascal à Fermat va en fournir une preuve. Je possède de cette Lettre : 1° le brouillon, de la main de Pascal; 2° la Lettre expédiée à Fermat, aussi de la main de Pascal, et contenant un dernier et très-long paragraphe relatif aux recherches de Galilée sur les quatre sortes de librations de la Lune, qui n'est point sur le brouillon; 3° enfin, la copie faite anciennement sur le brouillon et qui a été reproduite dans les *Comptes rendus*, t. LXV, p. 590. Sur ce brouillon, parfaitement net (de la

main de Pascal), se trouve ajouté deux fois, au-dessus du mot *donna*, le mot *m'initia*, d'une autre main, sans que *donna* soit rayé.

» La copie et le brouillon, tous deux de la main de Pascal, présentent d'assez nombreuses différences pour qu'il soit utile d'en connaître le texte même; je les mets donc ici en regard.

Texte de Pascal.

Je viens d'apprendre par une lettre que M. Descartes a écrite à un de ses amis, et qui m'a été communiquée, je viens d'apprendre, dis-je, par cette lettre qu'il dit que c'est lui qui me donna l'idée de faire des observations sur la masse de l'air, sur sa pesanteur. Vous savez vous-même le contraire. Car il y avoit déjà plusieurs années que j'avois fait des expériences sur cette matière lorsque j'eus un entretien avec lui l'an dernier sur ce même sujet, et que je lui fis part de mes observations. Comme il trouva que ces expériences étoient assez conformes aux principes de sa philosophie, il me conseilla, il est vrai, de continuer ces expériences. C'est alors que j'en fis de nouvelles, tant à Paris qu'ailleurs, et que j'ordonnai à mon beau-frère M. Perier, d'en faire sur le Puy de Dosmé, en Auvergne. Voilà la vérité. Du reste vous le savez, car je crois vous avoir communiqué entr'autres une lettre de Galilée de 1640 ou 1641 qui déjà lui aussi me conseilloit de faire des expériences sur la pesanteur de la masse de l'air, dans laquelle lettre il me disoit avoir lui-même fait des expériences sur cette matière de concert avec son disciple M. Torricelli, et qu'ils avoient reconnu que l'air étoit pesant, et que sa pesanteur pouvoit être la cause de bien des effets qu'on avoit jusqu'alors attribués à l'horreur du vuide. Il m'en fit donc part. Je repettai et réiterai à plusieurs reprises ces expériences. Je fis part aussi de mes observations à Galilée. Je composai même dès lors un petit traité à ce sujet où j'expliquois à fond toute cette matière; dans lequel je démontrois qu'en effet la lune pesoit sur la terre, comme les corps célestes, et que la même cause de la pesanteur pou-

Texte de la copie ancienne.

Je viens d'apprendre que Mons[r] Descartes, dans une lettre qu'il vient d'escrire à un de ses amis, dit que c'est lui qui m'a donné l'initiative de faire des observations sur la masse de l'air, sur sa pesanteur. Vous scavez vous mesme le contraire. Car il y avoit déjà plusieurs années que j'avois fait des expériences à ce sujet, lorsque il y a environ un an, peut estre davantage, j'eus un entretien avec lui sur ce mesme sujet, et que je lui fis part de mes observations. Comme il trouva que toutes ces expériences dont je lui parlois estoient assez conformes aux principes de sa philosophie il me donna avis de continuer de faire d'autres expériences sur la masse de l'air. C'est alors que j'en fis de nouvelles tant à Paris qu'ailleurs, et que j'ordonnai à mon beau-frère, M. Périer, d'en faire sur le Puy de Dosme en Auvergne, comme vous le scavez. Voilà la vérité. Mais comme je crois vous l'avoir déjà dit, ce fut Galilée qui le premier m'initia cette idée dans une lettre que je conserve, qui est de l'année 1641. M. Toricelli, un de ses disciples, et sans doute sous l'initiative de Mons[r] Galilée, avoit déjà fait quelques expériences à ce sujet et reconnu que l'air estoit pesant, et que sa pesanteur pouvoit estre la cause de bien des effets qu'on avoit jusqu'alors attribués à l'horreur du vide. Il m'en fit part : je réitérai plusieurs fois ces expériences. Je fis part de mes observations à Mons[r] Galilée par un petit traité que je composai alors, où j'expliquois à fond toute cette matière : car je démontrois qu'en effet la lune pesoit sur la terre comme les corps célestes, et que la mesme cause de la pesanteur agissoit sur toutes les planètes; que les satellites de Saturne pesoient sur cette pla-

voit agir sur toutes les planètes. Je lui observai en même temps que les satellites de Jupiter pesoient sur cette planète, comme la lune sur la terre, et que celui de Saturne qu'il venoit de reconnoitre pouvoit peser de même sur cette planète, et enfin toutes les planètes ensemble sur le soleil. Voilà ce qu'alors j'écrivois à Galilée. Il trouva ma démonstration fort bien et tout à fait conforme à ses prévisions. Il examina mes calculs, les trouva justes et conformes à ses observations, et pendant un certain temps, nous nous sommes entretenus par lettres de ces observations. Ces lettres sont un témoignage que ce n'est point M. Descartes qui me donna l'idée de ces expériences sur la pesanteur de la masse de l'air; puisque je les avois déjà faites quand je l'en entretins, et même je crois que je lui en avois déjà parlé dans une ou deux lettres longtemps avant notre entretien. Voilà la vérité, et je suis fort surpris de ce que dit M. Descartes. Je suis, Monsieur, votre très humble et très affectionné serviteur. PASCAL.

nète, comme la lune sur la terre, et les satellites de Jupiter sur Jupiter, et enfin toutes les planètes ensemble sur le soleil. Galilée trouva belle cette démonstration, et tout à fait conforme à ses prévisions. Il examina ou fit examiner mes calculs à ce sujet qu'il trouva conformes aux siens, m'envoya de nouvelles observations avec une lettre que je conserve encore. Ce qui est un tesmoignage que ce n'est point M. Descartes qui m'initia ces expériences sur la pesanteur de la masse de l'air, puisque déjà je les avois quand je l'en entretins. Du reste, je crois lui en avoir déjà parlé dans une ou deux lettres que je lui avois adressées longtems avant nostre entretien. Voilà la vérité.

PASCAL.

» On voit que le copiste a souvent altéré le texte, et surtout qu'il y a introduit deux fois le mot *m'initia,* et en outre deux fois le mot *initiative.*

V.

» On connaît l'écrit singulier trouvé dans le pourpoint de Pascal, qu'on a appelé parfois *Amulette mystique.* Je rappelle cet écrit, parce qu'il m'offre un exemple du nombre des copies d'une même pièce, autographes ou non, qui se peuvent rencontrer dans mes Documents; car j'en possède sept autographes, et deux d'une écriture imitée.

» Il paraît qu'on en a trouvé huit, comme je vais le dire, puisque l'Académie me permet cette digression en faveur de l'intérêt qui s'attache à ce fait même qui tient une grande place dans la vie de Pascal, et sur lequel une Lettre adressée à sa sœur Jacqueline, restée inédite, répand un jour nouveau.

» Sur deux de mes sept pièces se trouvent des mentions de Mme Périer. Sur l'une on lit : « Cette pièce, qui est celle qui fut trouvée dans le pour- » point de feu mon cher frère, doit estre conservée religieusement dans nos » archives. » Et sur l'autre : « Cet escrit, trouvé ainsy qu'un autre dans un

» des habits de mon cher frère, est l'effet d'une vision qu'il eut, et de » laquelle il a voulu conserver le souvenir, ainsy qu'il l'explique dans » une lettre destinée à ma sœur Jacqueline. Il en fit sept copies, dont » quatre furent retrouvées dans ses divers habits et trois parmy ses pa- » piers. »

» Ainsi Mme Périer a connu sept copies, de la main de Pascal; mais Newton, à qui, sur sa demande, elle a consenti à en envoyer une, en avait déjà trouvé une première dans les papiers que Pascal lui avait remis lorsqu'il était venu le voir quelque temps avant sa mort; ce qui fait huit. Il en existe une à la Bibliothèque impériale, qui est jointe au manuscrit des *Pensées*. C'est celle que l'abbé Périer avait déposée à l'abbaye de Saint-Germain-des-Prés. Je possède, avec les sept autres, la Lettre de Pascal à sa sœur Jacqueline, dont parle Mme Périer.

» Il n'a jamais été question, je crois, de cette Lettre jusqu'ici; elle offre de l'intérêt; je vais la faire connaître avec deux autres, adressées à Gassendi et à Huygens sur des sujets scientifiques, mais où se trouve dans chacune une phrase qui paraît se rapporter à la vision qui a donné lieu aux pièces en question.

» Voici d'abord une mention, de la main de Newton, qui se trouve sur la pièce que lui a envoyée Mme Périer : « Cette pièce bizarre émane » d'un grand génie. On doit la conserver précieusement. Elle me fut » envoyée par Mme Périer, sœur de feu M. Pascal. Elle fut trouvée, à » ce qu'il paroît, dans un habit de ce dernier après sa mort. Déjà j'en » avois trouvé une copie de la même main, c'est-à-dire de M. Pascal, » dans une liasse de papiers qu'il me remit lui-même, lorsque je fus le » voir peu avant sa mort. Mais la présente pièce est plus complète et » achevée. »

» Je vois dans une Lettre de Newton qu'il a donné à Desmaizeaux la pièce qu'il avait trouvée dans les papiers de Pascal. Elle porte la même mention que la première, d'une écriture parfaitement imitée de celle de Newton.

» Une des deux pièces, qui sont des copies imitées graphiquement, a aussi été entre les mains de Newton, comme l'indique une note de deux lignes.

» Une pièce porte cette mention de Louis XIV : « Pièce singulière et » curieuse, à conserver précieusement. »

» Une autre, cette mention du collectionneur qui était parvenu à les réunir toutes : « Pièce communiquée à M. de Condorcet en 1774. »

» C'est la pièce que Condorcet a fait connaître dans son édition des *Pensées de Pascal* (1). »

Lettre de Pascal à sa sœur Jacqueline.

Mardi 24 novembre 1654.

Ma chère et très aimée sœur,

L'autre nuit j'eus une vision effrayante pour moi; mais belle, admirable et douce à votre égard. Je vous voyois dans un lieu céleste où siégeoit l'Éternel, le dieu de Jésus-Christ, de Jacob, d'Isaac et d'Abraham. Vous y étiez entourée de bienheureux qui vous félicitoient : et des Anges vous chérissoient et vous portoient en triomphe. Or joyeux de vous voir ainsi, je m'avançai pour vous présenter mes hommages... Mais hélas! je fus repoussé arrière par ceux qui vous entouroient, qui vous faisoient cortege, comme étant indigne de vous, et j'allois tomber dans un précipice affreux qui se trouvoit à mes pieds. Et c'est en me voyant tomber, que je me réveillai; mais dans un tel état que toujours je m'épouvantois; car toujours il me sembloit voir cet abîme, ce goufre béant qui étoit là entr'ouvert et m'y voyant tomber. Cette position m'étoit affreuse. Ne pouvant rester dans mon lit, je me levai : et reconnoisant là le doigt de Dieu, je promis de revenir à lui et de me soumettre éternellement à ses divins decrets. Ce que je consignai de suite par écrit, et duquel écrit je ne me séparerai jamais, afin de rappeler continuellement et cette vision et ma promesse à ma mémoire. Je tiens à vous faire connoitre ce fait, et à vous envoyer une copie de ma promesse à Dieu, afin que vous ayez un témoignage de la cause de ma soumission à Dieu et de ma renonciation au monde perverti. Ma chère sœur, je prie Dieu de vous avoir éternellement dans ses bonnes graces. Tels sont les vœux les plus ardens de votre frère. B. PASCAL.

A ma très chère sœur Jacqueline.

Lettre de Pascal à Gassendi.

Ce 29 novembre 1654.

Monsieur

Selon votre désir je vous communique un petit traité manuscrit qui me fut envoyé dernièrement par le jeune Newton duquel je vous ai entretenu. Vous jugerez que si ce traité est bien réellement de ce jeune homme encore étudiant, c'est véritablement un prodige de précocité. Il y a dans ce travail des idées que je me rappelle avoir émises moi-même dans un traité de ce genre : on diroit même qu'elles sont modifiées. Comment a-t-il pu se trouver d'accord avec moi. Voilà ce qui surpasse mon imagination. Car mon travail, qui est encore manuscrit, n'est jamais sorti de mon cabinet, et je ne l'ai montré qu'à quelques amis. Je ne vous dis rien de plus. Je suis souffrant et très-préoccupé d'un certain événement qui m'est survenu, il y a peu de temps. Dites moi, je vous prie, monsieur, quelle opinion vous avez des visions. Je suis, comme à l'ordinaire,

Monsieur,

Votre très-humble et très-affectionné serviteur,

A monsieur Gassendi. PASCAL.

---

(1) Je vois dans une Lettre du roi Frédéric à Condorcet, qu'il avait désiré posséder cette pièce dont il offrait un prix élevé.

Lettre de Pascal à Huygens.

Monsieur — Ce 18 janvier 1655.

Parmi les divers écrits que je vous ai envoyé n'auriez vous point trouvé un petit traité des suites et de l'infini. Car j'avois fait un travail sur cette matière, il y a déjà quelques années. Je me rappelle avoir fait deux copies de ce traité ; et je n'en retrouve plus aucune dans mes papiers. Or si vous retrouvez ce petit manuscrit que je vous aurois envoyé par inadvertance, je vous prierai de me le retourner de suite, s'il vous plaît.

Je ne vous dis rien davantage par cette lettre, car je suis souffrant et très-préoccupé de certaines choses qui me sont survenues depuis quelque temps. Je suis,

Monsieur,

Votre très-humble et très-obéissant serviteur,

à monsieur Huygens. — PASCAL.

Remarques de **M. LE VERRIER** *au sujet de la Communication précédente.*

« M. Le Verrier, en intervenant dans la question relative à la découverte de la gravitation universelle, avait espéré qu'il pourrait donner complétement son opinion sans être troublé dans son Exposé. Il aurait à son tour écouté sans l'interrompre la réponse de M. Chasles. Et il eût fallu qu'une réplique fût absolument indispensable pour que M. Le Verrier eût repris la parole. Ainsi, la discussion aurait conservé un calme absolu, favorable à la manifestation de la vérité.

» M. Chasles, dit M. Le Verrier, vient de nouveau de mettre en cause un honorable ingénieur qui n'est pas présent et de s'adresser à lui comme s'il était responsable de ma discussion. C'est une erreur que je suis obligé de relever. Pour tout ce que j'ai au dit au sujet de Savérien, je dois uniquement à M. Breton (de Champ), comme tout le monde, la connaissance des sources qu'il a indiquées dans les *Comptes rendus*. La discussion et les conséquences que j'en ai tirées m'appartiennent. Je compte que M. Chasles voudra bien s'adresser à moi qui suis présent pour répondre.

» M. Chasles se plaint que M. Carbone n'ait pas joint au procès-verbal d'expertise un *fac-simile* de la Lettre de Vincent Galilée du 5 novembre 1639. Comment M. Carbone l'eût-il fait, puisqu'il est complétement étranger à la Communication de ce jour et ne figure ni dans le procès-verbal d'expertise, ni dans la Lettre d'envoi ?

» A l'égard des errata et rectifications que notre confrère apporte, elles paraîtront sans doute des plus extraordinaires.

» M. Chasles a imprimé (LXV, 132) sous le nom de Pascal : « La » puissance qui agit sur une planète plus proche du Soleil est ORDINAIREMENT » plus grande que celle qui agit sur une planète plus éloignée. » Et j'ai dit, au sujet de cet adverbe ORDINAIREMENT mis à la place d'ÉVIDEMMENT : « *le*

» *copiste a fait erreur* » (*voir* p. 14 et 19). M. Chasles apporte aujourd'hui un Manuscrit portant, dit-il, l'adverbe ÉVIDEMMENT.

» On a imprimé, sous le nom de Pascal (LXV, 590), dans une première Pièce : « Ce fut Galilée qui le premier M'INITIA CETTE IDÉE. » Et dans une autre Pièce : « Ce n'est point M. Descartes qui M'INITIA CES EXPÉRIENCES. » M. Chasles, comme dans le cas précédent, apporte des Pièces où ces locutions auraient été corrigées, si j'ai bien compris ; et il assure qu'on a imprimé sur la mauvaise version! Corrigées par qui, quand et comment?

» Une Lettre du 5 novembre 1639 a été photographiée et envoyée à Florence par M. Chasles, comme étant un autographe authentique de Galilée, authenticité dont notre confrère tire des conséquences considérables. Une expertise de cette Pièce a été faite par une Commission composée de : MM. Domenico Berti, vice-président de la Chambre des Députés, professeur à l'Université de Turin et ancien Ministre de l'Instruction publique; Gaetano Milanesi, un des Directeurs des Archives d'État de Florence, paléographe; Pietro Berti, Archiviste paléographe à Florence; Pietro Bigazzi, bibliophile et expert en manuscrits. La Commission a prononcé à l'unanimité que la Pièce est fausse, et le Directeur de la Bibliothèque Nationale de Florence adhère à ce jugement, qui fait honneur à l'Italie. On y trouve Galilée assez grand et on repousse l'injuste cadeau qu'on voudrait lui faire; nous en agissons de même en France à l'égard de Pascal.

» La question est donc bien terminée, écrit-on d'Italie. Point du tout : M. Chasles élève aussitôt d'autres exemplaires de la Lettre, déclare qu'il aura sans doute photographié et envoyé à Florence une mauvaise copie, mais que la bonne est une autre pièce sur l'écriture de laquelle il n'y a pas moyen de se méprendre!!

» Nous répondons à M. Chasles qu'il a déclaré formellement ce qui suit, au sujet de la Lettre envoyée en photographie à Florence : « Cette pièce est » *très-certainement de la même main* que mes autres Lettres en italien, c'est- » à-dire *de la main de Galilée* (de même aussi que mes deux mille Lettres en » français).

» *Bien certainement, tout le monde jugera* que la pièce que je présente à » l'Académie *est de la main de Galilée.* Je me ferai un devoir d'en envoyer » la photographie à M. le Directeur de la Bibliothèque de Florence » (LXVIII, 994). »

» Or ladite photographie a été envoyée à Florence. La Lettre est reconnue fausse, et avec elle sont condamnées les deux mille autres pièces attribuées à Galilée, puisque toutes les pièces, M. Chasles le reconnaît, sont de la même main! Et nous discutons encore!! 10..

» En présence d'un procédé matériel dont nous ne pouvons rien dire de mieux, sinon qu'il échappe à notre appréciation, nous faisons les réserves les plus formelles sur cette substitution de pièces, et continuons, pour le présent, notre lecture. »

ASTRONOMIE. — *Examen de la discussion soulevée au sein de l'Académie des Sciences au sujet de la découverte de l'attraction universelle* [suite (1)]; *par* **M. Le Verrier**. (Extrait par l'Auteur.)

III. — De l'origine des Pièces (suite).

« En terminant, dans la dernière séance, nous avons dit que *dix-huit* autres des pièces attribuées à Pascal sont découpées dans un ouvrage intitulé :

Dissertation sur l'incompatibilité de l'attraction et de ses différentes loix avec les phénomènes; par le P. Gerdil, Barnabite, Professeur de Philosophie-morale en la Royale Université de Turin et de l'Institut de Bologne. Publié à Paris en 1754, un vol. in-12.

» Comme il importe qu'on puisse juger de la signification de ces autres coïncidences, qui ajoutent au témoignage des précédentes, nous allons aussi placer en regard le texte du P. Gerdil et les pièces attribuées à Pascal :

Texte du P. Gerdil (Préface, p. xv à xvij).	*Pièces attribuées à Pascal et insérées au Compte rendu*, t. LXV.
Si l'on trouvoit de l'obscurité dans le raisonnement que je fais, p. 129 et suiv. au sujet de la gravité, je pense que la réflexion qui suit pourra entièrement éclaircir ma pensée.	
La force de l'argument consiste en ceci, que l'effort ou la tendance au mouvement, que je prouve être l'effet immédiat de l'attraction de la Terre sur le corps grave, est absolument la même, soit que le corps tombe perpendiculairement, soit qu'il descende par un plan incliné. Or comme dans ce dernier cas il n'y a qu'une partie de cet effort employée à produire un mouvement	La force de l'argument consiste en ceci, que l'effort ou la tendance au mouvement, que je prouve estre l'effet immédiat de l'attraction de la Terre sur le corps grave, est absolument la même, soit que le corps tombe perpendiculairement, soit qu'il descende par un plan incliné. Or, comme dans ce dernier cas il n'y a qu'une partie de cet effort employée à produire un mouvement

(1) *Voir* les *Comptes rendus*, séance du 21 juin, p. 1425, et séance du 5 juillet, p. 5.

(2) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant les limites réglementaires, serait reproduite en entier au *Compte rendu*.

actuel, il faut que le reste s'exerce à produire une pression sur le plan. D'où il suit que la pression qui s'exerce au premier instant de la chûte est l'effet immédiat de cet effort et non de la vitesse initielle décomposée. Ce qui paroît encore par cette raison, que la pression sur le plan est d'autant plus forte que le plan est plus incliné, et la vitesse initielle par conséquent moindre. Il suffit que la chose doive arriver de même au second instant, et ainsi de suite, pour que mon raisonnement subsiste en toute sa force.	actuel, il faut que le reste s'exerce à produire une pression sur le plan, d'où il suit que la pression qui s'exerce au premier instant de la chute est l'effet immédiat de cet effort, et non de la vitesse initielle décomposée. Ce qui paraît encore par cette raison, que la pression sur le plan est d'autant plus forte que le plan est plus incliné, et la vitesse initielle par conséquent moindre. Il suffit que la chose doive arriver de même au second instant, et ainsi de suite, pour que mon raisonnement subsiste en toute sa force. PASCAL. (LXV, 131.)
On dira que l'effort ou la tendance imprimée au premier instant se détruit et ne fait que se renouveller au second, et qu'ainsi	*A ce que j'ai dit touchant l'attraction et de ses lois avec les phénomènes*, on dira *peut estre* que l'effort ou la tendance imprimée au premier instant se détruit et ne fait que se renouveller au second, et qu'ainsi..... ....
...je réplique qu'en supposant le corps et le plan parfaitement durs, cette réaction ne scauroit avoir lieu.	... je réplique qu'en supposant le corps et le plan parfaitement durs, cette réaction ne scauroit avoir lieu. PASCAL. (LXV, 131.)
La réaction naît de la résistance qu'un corps oppose au changement qui commence à s'introduire en son état............. ..... Le plan ne peut donc sentir en aucune façon l'action du corps sur lui, ni déployer par conséquent sa faculté résistante pour réagir.	La réaction naît de la résistance qu'un corps oppose au changement qui commence à s'introduire en son état.............. .... Le plan ne peut donc sentir en aucune façon l'action du corps sur lui, ni déployer par conséquent la faculté résistante pour réagir. PASCAL. (LXV, 129.)

» Quatre autres *Notes* imprimées aux *Comptes rendus* (LXV, 129), savoir : les Notes 2, 4, 6 et 7 sont des parties découpées dans le même texte de Gerdil.

» La première des Notes ci-dessus, attribuée à Pascal et commençant par ces mots : « La force de l'argument consiste en ceci, que.... » est inintelligible. De quel argument s'agit-il en effet, on ne le sait. Dans *Gerdil* tout est clair : celui-ci a commencé par expliquer à quel argument de son texte, p. 129, il se réfère. Il a conçu des craintes que ce texte déjà imprimé ne soit insuffisant, et il le développe de nouveau dans la Préface.

» Soit par ce motif, soit parce que nous venons de voir encore trois pièces attribuées à Pascal, pièces détachées qui étant mises bout à bout constituent une suite complexe de texte, il paraît manifeste que ce sont les *Notes* qui ont été copiées sur Gerdil et non l'inverse.

» Poursuivons cette comparaison :

Texte de Gerdil.

.... *Il n'est aucun fait qui puisse nous convaincre que les causes précises et déterminées que nous cherchons, ne soient autres que certaines vertus inhérentes aux corps et analogues aux affections d'un être sensitif.*

Pour des philosophes qui se piquent de Géométrie, ce n'est pas raisonner conséquemment, ... cette impossibilité n'est que relative à nos connaissances qu'on convient de part et d'autre être très-bornées (p. 9).

Il y a plus. Cette impossibilité même ne tombe que sur les détails, et non sur le méchanisme en général.

Nous concevons que les corps qui s'approchent et qui se fuient, peuvent obéir à l'impression d'un fluide qui les entraîne; .... eu égard à la disposition de leurs parties, de leurs pores, de leurs atmosphères (*a*) (p. 10).

Newton a très-sagement remarqué :

1° Que la gravitation et la cohésion sont les principes d'un très-grand nombre de phénomènes.

2° Que rien n'est plus manifeste que l'existence de ces principes : car certainement rien de plus évident que l'existence de la gravitation et de la cohésion dans les corps.

3° Que quoique l'existence de ces principes soit manifeste, leur cause...........
....

4° Que les Aristotéliciens méritent d'être blâmés, en ce qu'ils ont assigné pour causes de tels principes...................

Pièces attribuées à Pascal.

Pour des philosophes qui se piquent de géométrie, ce n'est pas raisonner conséquemment,.................. . cette impossibilité n'est que relative à nos connaissances qu'on convient de part et d'autre estre très-bornée. PASCAL. (LXV, 128.)

Nous concevons que les corps qui s'approchent et qui se fuient peuvent obéir à l'impression d'un fluide qui les entraîne; .... eu égard à la disposition de leurs parties, de leurs pores et de leurs atmosphères. L'électricité fournit un exemple bien sensible de cette vérité. PASCAL. (LXV, 128.)

(Nota. *La dernière phrase est empruntée à la note placée dans Gerdil au bas de la page.*)

1° La gravitation et la cohésion sont les principes d'un très-grand nombre de phénomènes. (LXV, 127.)

2° Rien n'est plus manifeste que l'existence de ces principes : car certainement rien de plus évident que l'existence de la gravitation et de la cohésion dans les corps. (LXV, 128.)

3° Quoique l'existence de ces principes soit manifeste, leur cause..............
...... (LXV, 128.)

4° Les Aristotéliciens méritent d'estre blamés en ce qu'ils ont assigné pour cause de tels principes............. (LXV, 128.)

(*a*) L'Électricité fournit un exemple bien sensible de cette vérité. On ne peut douter que les corpuscules qu'on voit s'approcher et s'éloigner alternativement et avec tant de vivacité d'un tube électrisé, ne soient emportés par le courant d'un fluide extraordinairement agité.... (*Note de Gerdil.*)

5° Que ces sortes de qualités qu'on suppose résulter de l'essence ou de la forme spécifique des choses, arrêtent le progrès de la Philosophie naturelle................ (p. 12, 13).

5° Ces sortes de qualités qu'on suppose résulter de l'essence ou de la forme spécifique des choses, arrestent le progrès de la philosophie naturelle........ (LXV, 128.) PASCAL.

» Ce dernier emprunt a été traité d'une manière spéciale. Les cinq articles se rapportent au livre III de l'*Optique* de Newton, question 31. Ils n'en sont pas une traduction, mais un extrait libre (1).

» Or la quatrième Note de la page 127 est composée des deux premiers articles de Gerdil et de la première phrase du troisième.

» La troisième Note de la page 127 est composée des trois premiers articles. Il est remarquable que dans ces deux Notes, le copiste ait écrit, « rien de plus *ardent* que l'existence de la gravitation » au lieu de « rien de plus *évident* que l'existence de la gravitation. » Pascal n'aurait pas commis cette erreur deux fois.

» La deuxième Note de la page 127 est composée des articles trois et quatre, moins la première phrase de ce dernier.

» Enfin la première Note de la page 127 est composée avec les articles quatre et cinq arrangés, et alors on voit reparaître le style propre au faussaire.

» Le faussaire est un homme fort économe. Quand un texte lui convient, il en tire plusieurs pièces, *pour faire nombre*. *Cinq* pièces sont ici obtenues par la répétition des mêmes lignes de Gerdil. Quand un autographe a été fabriqué pour la *Collection*, on prend le soin d'y joindre la copie.

Texte de Gerdil.

Ainsi bien loin que les phénomènes nous autorisent à regarder la gravité comme une propriété intrinsèque de la matière, qu'au contraire ils paroissent nous en indiquer la source méchanique dans la seule manière naturelle de concilier la raison directe des masses avec l'inverse du quarré des distances (p. 128).

Et la Géométrie en nous dévoilant le principe qui détermine les qualités, comme la lumière, le son et les odeurs, à suivre la loi du quarré dans leur propagation, nous donne lieu de croire que la gravité qui suit la même

Pièces attribuées à Pascal.

Bien loin que les phénomènes nous autorisent à regarder la gravité comme une propriété intrinsèque de la matière, au contraire ils paraissent nous en indiquer la source méchanique dans la seule manière naturelle de concilier la raison directe des masses avec l'inverse du quarré des distances. PASCAL. (LXV, 131.)

La géométrie nous dévoilant le principe qui détermine les qualités, comme la lumière, le son et les odeurs, à suivre la loi du quarré dans leur propagation, nous donne lieu de croire que la gravité qui suit la même loi est

(1) Traduction de Coste, p. 588.

loi est assujettie au même principe, et qu'elle est produite par des rayons de pression ou de vibration qui de la circonférence vont aboutir au centre (p. 129).

Tout corps grave presse l'obstacle qui s'oppose à sa chûte, et cette pression est un effet de la gravité. Si la gravité est une force indépendante de l'impulsion, si elle consiste dans cette puissance occulte, mais réelle, en vertu de laquelle on suppose que les corps s'attirent en raison directe de leurs masses et en raison inverse du quarré de leurs distances; il faudra dire que la pression qu'un corps exerce sur un plan immobile est un effet de l'attraction de la terre, et qu'ainsi la puissance attractive de la terre produit réellement dans ce corps un effort et une tendance au mouvement, sans aucun mouvement actuel (p. 129).

D'où l'on voit d'abord que l'effet immédiat de cette puissance attractive n'est pas la production du mouvement actuel, ni une force vive dans le corps attiré, mais seulement une force morte, un simple effort, une simple tendance au mouvement. L'obstacle venant à céder, le corps tombera *tout* de suite, et ce premier mouvement sera l'effet immédiat de cet effort ou tendance au mouvement que l'attraction lui imprimoit, quand il étoit retenu sur ce plan (p. 130).

Le corps en vertu de cette tendance est capable de parcourir un espace donné dans un temps donné. Sa vitesse initielle sera donc proportionnelle à l'intensité de l'effort ou de la tendance imprimée par la puissance attractive, et cette intensité sera elle-même proportionnelle à la masse attirante à égale distance, et à différentes distances, comme la masse attirante divisée par les quarrés de ces distances (p. 130).

assujettie au même principe, et qu'elle est produite par des rayons de pression ou de vibration qui de la circonférence vont aboutir au centre. PASCAL. (LXV, 132.)

Je dis que l'effet immédiat de la puissance attractive n'est pas la production du mouvement actuel, ni une force vive dans le corps attiré; mais seulement une force morte, un simple effort, une simple tendance au mouvement. L'obstacle venant à céder, le corps tombera de suite, et ce premier mouvement sera l'effet immédiat de cet effort ou tendance au mouvement que l'attraction lui imprimoit quand il estoit retenu sur le plan. PASCAL. (LXV, 129.)

Le corps en vertu de la tendance au mouvement que l'attraction lui imprime est capable de parcourir un espace donné dans un temps donné. Sa vitesse initielle sera donc proportionnelle à l'intensité de l'effort ou de la tendance imprimée par la puissance attractive; et cette intensité sera elle-même proportionnelle à la masse attirante à égale distance, et à différentes distances, comme la masse attirante divisée par les quarrés de ces distances. PASCAL. (LXV, 92.)

» On voit que les Notes s'enchaînent toujours de manière à donner des rédactions suivies. Il manque ici vingt lignes qui se retrouveront peut-être dans les pièces inédites. La conséquence est la même qu'à l'égard des pièces tirées de Savérien. Il n'est pas douteux que c'est sur Gerdil qu'on a copié, l'inverse est inadmissible.

» Ainsi l'on se trouve dispensé de la nécessité de croire que ce Père Barnabite ait eu aussi les pièces signées PASCAL à sa disposition, auquel cas il eût fallu le joindre aux autres malhonnêtes gens.

» Dans la première pièce communiquée à l'Académie comme étant de Pascal (LXV, 91), se trouve cette phrase barbare : « J'ay pour le prouver un » bon nombre d'observations....... et partant *eu connaissance tant sur l'at-* » *traction et de ses lois avec les phénomènes.* » On ne comprend pas qu'un tel langage ait pu être attribué à Pascal, d'autant plus que ce *jargon* (le mot n'a rien d'exagéré) n'aurait pas été employé par inadvertance, puisqu'on le retrouve dans une des Notes citées ci-dessus.

» Pascal, en effet, aurait écrit (LXV, 131) : « *A ce que j'ai dit touchant l'at-* » *traction et de ses lois avec les phénomènes*, on dira peut estre que l'effort » ou tendance..... »

» Nous avons prouvé qu'en écrivant cette dernière Note, le faussaire copiait un passage de Gerdil, auquel il a seulement ajouté la locution incriminée, dont l'origine est dès lors évidente. Gerdil traite en effet *de l'incompatibilité de l'attraction et de ses lois avec les phénomènes*. Le faussaire ne pouvait pas maintenir le mot *incompatibilité*, puisqu'il s'agissait d'attribuer la découverte de l'attraction à Pascal : il l'a donc simplement supprimé, et ainsi il a obtenu cette étonnante phrase qui à elle seule est une preuve de la fausseté des pièces où on la rencontre.

» *Fausseté de deux Lettres attribuées à Montesquieu.*

» La première de ces Lettres porte ce qui suit (LXV, 269) :

» C'estoit (Newton) un homme qui observoit exactement tous les de- » voirs de la société ; et il scavoit n'estre, lorsqu'il le falloit, qu'un homme » du commun. L'abondance où il se trouvoit par son patrimoine, par son » employ, par ses épargnes, ne luy donnoit pas inutilement les moyens de » faire du bien. Il ne croyoit pas que laisser par testament ce fut vérita- » blement donner. Ce fut de son vivant qu'il fit ses libéralités. Quand la » bienséance exigeoit quelque dépense d'éclat, il estoit magnifique et le » faisoit sans regrets ; hors de là le faste estoit retranché, et les fonds ré- » servés pour les besoins des malheureux ou pour des usages utiles. Il ai- » moit estre entouré de documens : aussy en faisoit-il la recherche partout, » et il avoit une fort belle et riche bibliothèque. Quoiqu'il fut attaché sin- » cèrement à l'église anglicane, il n'eust pas persécuté les non-conformis- » tes, pour les y amener. Il jugeoit les hommes par les mœurs. »

» Ce passage est emprunté au *Dictionnaire historique* (*septième édition*, 1789, article NEWTON, p. 468), à l'exception de la phrase « il aimoit estre entouré » de documens : aussy en faisoit-il la recherche partout, et il avoit une » fort belle et riche bibliothèque », phrase qui répond à la pensée constante du faussaire.

» Ce même passage se retrouve dans le *Dictionnaire universel historique* (édition de Mame, 1810, article NEWTON); mais où cependant il manque la première phrase : « *C'estoit un homme*....... »

» L'éloge de Newton par Fontenelle contient une grande partie des mêmes phrases, mais n'est pas identique.

» Le *Dictionnaire historique* a imité Fontenelle.

» Le faussaire a copié le *Dictionnaire historique* de 1789 (1).

» M. Breton (de Champ) ayant signalé à l'Académie, dans la séance du 26 avril 1869 (LXVIII, 972) les analogies de la prétendue Lettre de Montesquieu avec la fin de l'éloge de Newton par Fontenelle, M. Chasles répondit que c'était Fontenelle qui avait copié Montesquieu, dont la Lettre avait passé dans ses mains (LXVIII, 1000), et comme de coutume il produisit à l'appui un nouveau fascicule de pièces, composé pour cette fois de treize Lettres attribuées à Montesquieu et de quatre Lettres attribuées à Fontenelle.

» On fit remarquer que cette interprétation inverse semblait offrir une impossibilité. Newton est mort le 20 mars 1727. Montesquieu s'embarqua à la Haye pour l'Angleterre le 31 octobre 1729; il ne revint qu'en 1731, et c'est seulement après son retour qu'il aurait pu écrire la Lettre en question, c'est-à-dire quand l'éloge de Newton était déjà prononcé.

» Mais M. Chasles assure que Montesquieu a fait, après la mort de Newton, et dans les premiers mois de 1728, un voyage *incognito* à Londres pour se procurer des preuves incontestables des relations qui avaient existé entre Newton et Pascal. Il produit un nouveau fascicule de sept Lettres de Bernoulli, Montesquieu, Fontenelle, Maupertuis, où les circonstances de ce voyage *incognito* sont soigneusement relatées.

» Toute cette explication est une suite au roman.

» Montesquieu a prononcé son discours de réception à l'Académie française le 24 janvier 1728. « Quelques mois après, dit de Mauper-

(1) A moins que la *huitième* édition, que nous n'avons pu nous procurer, ne soit identique à la septième. Peu importe.

» tuis (1), M. de Montesquieu commença ses voyages; et partit avec mylord
» Waldegrave, son intime ami, envoyé d'Angleterre à la cour de Vienne. » (Il parcourut la Hongrie, visita Venise, Turin, Rome, la Suisse, la Hollande et passa ensuite en Angleterre.) « J'ai eu le bonheur de vivre dans les mêmes
» sociétés que lui, ajoute de Maupertuis (p. 429); j'ai vu, j'ai partagé l'im-
» patience avec laquelle il était toujours attendu, la joie avec laquelle on le
» voyait arriver. »

» Où donc placer cet utile voyage *incognito* en Angleterre, lorsque Montesquieu était encore à Paris le 28 février 1728 (2)?

» Il faut pour notre édification complète relire l'une des pièces citées par M. Chasles, une prétendue Lettre que Fontenelle aurait écrite à Maupertuis le 3 mai 1728 (LXVIII, 1075):

» Monsieur, vous n'ignorez pas la mort de M. le chevalier Newton, et
» que *je suis chargé de faire son éloge*........ Il paroît que M. de Montesquieu a..... fait exprès le voyage de Londres pour connoître en particulier le philosophe anglais, dont on faisait si grand éloge. Mais ce qu'il m'en a dit affoiblit quelque peu les beaux récits que d'autres m'ont faits.... On m'a même assuré que dernièrement encore il (Montesquieu) étoit allé *incognito* en Angleterre à ce sujet..... FONTENELLE. »

» Ainsi donc Maupertuis aurait connu par Fontenelle lui-même les deux voyages ignorés qu'on voudrait que Montesquieu eût faits préalablement en Angleterre, pour connaître et dévoiler Newton : et cependant Maupertuis aurait écrit que Montesquieu avait commencé ses voyages en 1728 par l'Autriche et la Hongrie!

» Mais, que dire de ceci?

» Le 12 novembre 1727, Fontenelle a fait inscrire dans les procès-verbaux de l'Académie des Sciences « *L'assemblée étant publique j'ai lu l'éloge de M. Newton* », et c'est six mois après, le 3 mai 1728, qu'on le fait écrire à Maupertuis, afin d'obtenir des documents pour l'éloge de Newton, déjà prononcé! En est-ce assez?

» Nous n'en finirions pas avec les impossibilités de ces fascicules destinés à servir de faux témoins, si nous voulions y insister.

---

(1) *Œuvres de Maupertuis*, 1756, t. III, p. 391 *Éloge de Montesquieu* lu à l'Académie des Sciences de Berlin, le 5 juin 1755.

(2) Procès-verbaux des séances de l'Académie française.

» Il ne suffit plus d'ailleurs de considérer les analogies de la pièce incriminée avec la péroraison de Fontenelle. Il faut maintenant expliquer son identité avec le *Dictionnaire historique*. Se trouvera-t-il un prévoyant fascicule à ce destiné?

» Et puis, comment croire que le même Montesquieu qui aurait rédigé les Lettres, où Newton est rabaissé, aurait ensuite écrit celle où se trouve un tel éloge de Newton, que Fontenelle le juge digne de terminer sa pièce académique? En vain fait-on dire à Montesquieu (LXVIII, 1002) que « s'il » a écrit autrefois des louanges en faveur de ce *prétendu* savant anglois, » c'est qu'il ne le connoissoit pas encore; mais depuis il a eu occasion de » voir *l'homme* et d'en juger lui-même.... » Cette excuse est absurde, puisqu'au moment où Montesquieu se répandait en éloges sur Newton, celui-ci était mort : comment Montesquieu aurait-il fait ensuite la connaissance de *l'homme?*

» Si la Lettre précédente, attribuée à Montesquieu, a été copiée sur un éloge de Newton, les prétendues Lettres de blâme ont dû être en partie tirées d'une source critique. Cette source, M. Govi l'a trouvée, ainsi qu'il résulte d'une Lettre de lui dont j'extrais ce qui suit :

On trouve dans les *Comptes rendus*, t. LXVIII, aux pages 1001 et 1076, deux lettres qui auraient été adressées à Fontenelle, la première par Montesquieu à la date du 12 janvier, la seconde par Maupertuis, à la date du 2 juillet. Dans les deux lettres se trouve le même passage (à de très-petites variantes près)... Singulière coïncidence!! Et ce passage est lui-même tiré de Chaufepié, in-folio, 1753, art. NEWTON; p. 56 : article que voici :

M. de Fontenelle dit qu'il (Newton) avoit l'œil fort-vif et fort perçant. Mais le doct[r]. Atterbury, évêque de Rochester, dit que ce trait ne convient pas à M. Newton, « du moins, » dit-il, depuis plus de vingt ans que j'ai eu occasion de faire connoissance avec lui. *On n'apercevoit dans tout l'air et dans tous les traits de son visage aucune trace de cette sagacité, de cette grande pénétration qui règnent dans ses ouvrages. Il avoit plutôt quelque chose de languissant dans son regard et dans ses manières, qui ne donnoit pas une fort grande idée de lui à ceux qui ne le connoissoient point.* » (Les phrases soulignées sont reproduites dans les prétendues lettres de Montesquieu et de Maupertuis.)

» Chaufepié indique l'évêque Atterbury comme auteur de ce portrait physique de Newton, qui se trouvait dans une lettre adressée vers 1727 à M. Thiriot. J'ai été curieux de connaître le texte même de l'évêque de Rochester, et je l'ai trouvé dans la *Biographia Britannica*, imprimée à Londres en 1760, art. NEWTON, p. 3240; le voici :

« Bishop Atterbury, who seems to have observed it more critically, assures us, that : « This « (a very lively and piercing eye) did not belong to him, at hast not for twenty years pat, « about which time, I became acquainted with him. *Indead, in the whole air of his face and make, there was nothing of that penetrating sagacity wich appears in his compositions;*

« *he had something rather languid in his look and manner, wich did not raise any great* « *expectation in those who did not know him.* »

Chaufepié déclare l'avoir traduit aussi exactement que possible. C'est donc bien la rédaction de M. Chaufepié que le faussaire a copiée en deux endroits différents, et c'est l'opinion de M. Atterbury qu'il a fait exprimer par MM. Maupertuis et Montesquieu !!. . . .

GOVI.

» L'Académie, pensons-nous, doit-être édifiée. Nous ne ferons plus que citer.

» Le P. Mancini a montré et le P. Secchi a mis en lumière les rapports qu'ont avec le *Dictionnaire universel, historique, critique et bibliographique, tome VII, Paris, imprimerie de Mame*, 1810, 9e *édition* : 1° une prétendue Notice de Louis XIV sur Galilée (LXVIII, 751); 2° une Notice sur Galilée, attribuée à Cassini (LXVIII, 753); 3° une Lettre de Viviani (LXV, 832). Voici la comparaison de ces textes :

Dictionnaire biographique
(*Article* GALILÉE).

Aidé de cet instrument (lunette), il vit, le premier, plusieurs etoiles inconnues jusqu'alors; le croissant de l'astre de Vénus, les quatre satellites de Jupiter, appelés d'abord les *Astres des Médicis*; les taches du soleil et de la lune, etc. . . . .

Ce grand homme, d'une physionomie prévenante, et d'une conversation vive et enjouée, cultivoit tous les arts agréables. Les excellents poëtes de sa nation lui étoient familiers. Il savoit de mémoire les plus beaux morceaux de l'Arioste et du Tasse.

Il comparoit le premier à une melonnière, où il faut chercher pour trouver un fruit excellent, mais qui vous dédommage bien, par son odeur et son goût, des peines que vous avez prises. Il comparoit le second à une orangerie, dont tous les fruits sont à peu près égaux.

Pièces de la Collection.
Notice de Louis XIV.

Et aydé de cet instrument il vit le premier plusieurs estoiles inconnues jusqu'alors; le croissant de l'astre de Vénus, les quatre satellistes de Jupiter, les taches du Soleil, *l'anneau de Saturne et un de ses satellistes, Uranus, nom qu'il donna à un nouvel astre* . . . .

Lettre de Viviani.

Galilée cultivoit tous les arts agréables. Tous les excellents poëtes luy estoient familiers. Il scavoit de mémoire les plus beaux morceaux de l'Arioste et du Tasse.

Notice de Cassini.

Il comparoit ce poëme (de l'Arioste) à une vaste melonière, et celuy du Tasse à une orangerie. Il faut, disoit-il, se promener longtemps dans une melonière pour y trouver un fruit excellent; mais qu'on est bien dédommagé de ses peines, lorsqu'il se rencontre un bon melon! dans une orangerie tous les fruits sont à peu près égaux, il suffit de s'arrêter au premier arbre pour y cueillir une orange telle qu'on la désire.

Il aimoit beaucoup l'architecture et la peinture, et il dessinoit assez bien. L'agriculture avoit des charmes pour lui.

Lettre de Viviani.

Il aimoit beaucoup l'architecture et la peinture. Il dessinoit assez bien. L'agriculture avoit aussi des charmes pour luy.

Sensible à l'amitié, il sut l'inspirer. Qu'on en juge par l'attachement que conserva pour lui le célèbre Viviani. « Ce mathématicien, dit Fontenelle, fut trois ans avec Galilée depuis dix-sept ans jusqu'à vingt. Heureusement né pour les sciences, plein de cette vigueur d'esprit que donne la première jeunesse, il n'est pas étonnant qu'il ait extrêmement profité des leçons d'un si excellent maître : mais il l'est beaucoup plus que, malgré l'extrême disproportion d'âge, il ait pris pour Galilée une tendresse vive et une espèce de passion. Partout il se nomme le disciple et le dernier disciple du grand Galilée ; car il a beaucoup survécu a Toricelli son collègue... ». Dès que Galilée excitoit une telle sensibilité dans le cœur de ses disciples, il falloit qu'il eût toutes les qualités qu'exige l'amitié. Considéré comme philosophe, il étoit supérieur à son siècle et à son pays. Si cette supériorité lui inspira une présomption qui fut en partie la source des inquiétudes qu'il éprouva pendant sa vie, elle a été le principe de sa gloire après sa mort. On le regarde comme un des pères de la physique nouvelle.

Notice de Louis XIV.

Galilée estoit fort sensible à l'amitié, et il scavoit l'inspirer. On en peut juger par l'attachement que Monsieur Viviani luy conserve. Ce dernier resta trois ans avec luy, depuis l'âge de dix-sept ans jusqu'à vingt. Heureusement né pour les sciences et plein de cette vigueur d'esprit que donne la première jeunesse, il ne faut pas estre étonné s'il a si bien scu mettre à profit les leçons d'un si excellent maistre.... Or donc dès que Galilée scavoit exciter une telle sensibilité dans le cœur de ses disciples, il falloit qu'il eust toutes les qualités qu'exige l'amitié.

Considéré comme philosophe, il fut supérieur à son temps et surtout à son pays. Si cette supériorité luy inspira une présomption qui fut en partie la source des inquiétudes qu'il éprouva pendant sa vie, elle a esté le principe de sa gloire. On doit aussy le considérer comme un des pères de la physique nouvelle.

La géographie lui doit beaucoup, pour les observations astronomiques, et la mécanique, pour la theorie de l'accélération.

Lettre de Viviani à Pascal.

La géographie lui doit beaucoup pour les observations astronomiques ; et la mécanique pour la théorie de l'accélération.

On prétend qu'il puisa une partie de ses idées dans Leucippe. Peu-être ne connut-il jamais ni Leucippe ni sa doctrine ; mais les admirateurs des anciens les veulent retrouver, à quelque prix que ce soit, dans les plus illustres modernes. Les ouvrages de cet homme célèbre... Il y en a quelques-uns en latin, et plusieurs en italien ; tous annoncent un homme capable de changer la face de la philosophie, et de faire

Notice de Louis XIV.

On prétend qu'il puisa une partie de ses idées dans Leucippe : il a pu connoistre cet autheur ; je crois mesme qu'il en parle dans une de ses lettres, mais cela n'oste rien à son mérite.

Tous les ouvrages de Galilée annoncent un homme, je veux dire un génie capable de changer la fasce de la philosophie, et de

goûter ses changemens, non seulement par la force de la vérité, mais par les agrémens que son imagination savoit lui prêter.	faire gouster ses changemens non-seulement par la force de la vérité, mais par les agrémens que son imagination scavoit luy prester.
Il écrit aussi élégamment que Platon; et il eut presque toujours sur le philosophe grec l'avantage de ne dire que des choses certaines et intelligibles. A un savoir très-étendu, il joignoit la clarté et la profondeur, deux qualités qui forment le caractère d'homme de génie...	Galilée escrivoit aussy élégamment que Platon, et il eut presque toujours sur le philosophe grec l'advantage de ne dire que des choses certaines et intelligibles. A un savoir très estendu il joignoit la clarté et la profondeur, deux qualités qui forment le caractère de l'homme de génie.

» On voit par ce qui précède comment il n'est pas difficile de fabriquer du Louis XIV quand on veut se contenter du style des biographies les plus ordinaires.

» La Notice attribuée à Cassini (LXVIII, 753) n'aura pas été plus embarrassante à composer. Tout ce qui concerne les satellites de Jupiter est extrait, comme le remarque justement M. Govi, de l'ouvrage in-folio publié en 1693, par MM. de l'Académie royale des Sciences. On a copié ou imité un certain nombre de passages du dernier Chapitre intitulé : *Les hypothèses et les tables des satellites de Jupiter, réformées sur de nouvelles observations, par Monsieur Cassini.*

» Une prétendue Lettre de Leibnitz à Desmaizeaux (LXV, 332) sur la précocité de l'esprit de Pascal, consiste en la copie d'un passage du *Traité de l'équilibre des liqueurs* par Pascal, Préface feuille *a* v.

» M. Govi fait remarquer également qu'une prétendue Lettre de Viviani à Boulliau (LXV, 833) est en grande partie copiée dans le nouveau Dictionnaire historique et critique de Chaufepié, t. II, imprimé à Amsterdam, en 1750, art. *Galilée*, p. 11 et 12.

IV. — Des relations qui auraient existé entre Galilée et Pascal. — De la cécité de Galilée.

» Lorsque la présente question d'histoire scientifique fut introduite devant l'Académie, les revendications relatives à la priorité de la découverte du principe de l'attraction et de ses conséquences furent d'abord exercées au nom de Pascal, exclusivement. Sans plus tarder, on y mêla, de divers côtés, un sentiment d'honneur national qui ne pouvait avoir de place dans la discussion des titres, avant que la justice eût prononcé.

» Plus tard, notre susceptibilité se trouva bien désintéressée lorsqu'on vint à reconnaître que le principal honneur de ces grands tra-

vaux, de ces immortelles découvertes, devrait aux termes des mêmes documents, être reporté sur Galilée. Les amis de la gloire si pure de Pascal eurent même à regretter qu'on voulût lui faire tenir jusqu'à un certain point, à l'égard de Galilée, une conduite pareille à celle qu'on reprochait à Newton vis-à-vis de Pascal. Si Newton avait seul connu les titres de Pascal, ce dernier aurait à son tour supprimé Galilée dans ses Communications, et ce serait vingt ans après avoir composé les Notes ultérieurement envoyées à Newton, qu'en 1660 il aurait écrit dans une Lettre à M... : « *Je veux bien vous* » *avouer* que les chiffres que j'ai donnés dans mes Notes au jeune Newton » ont été empruntés par moy ou de Kepler ou de Galilée, desquels j'ai di- » vers escrits manuscrits. Il doit même y en avoir de l'un et de l'autre. » Car tous deux, comme vous savez, se sont occupés d'astronomie. Mais » vous dire duquel des deux, j'ai pris tels ou tels calculs du mouvement » des planètes et de leurs satellites, je ne puis vous le préciser..... » (LXV, 591.) En s'élevant contre la véracité des nouveaux Documents, M. Faugère a eu raison d'intituler son écrit : *Défense de B. Pascal contre les faux Documents présentés à l'Académie.*

» La mise en scène de Galilée souleva, du reste, ainsi que nous l'avons dit, une nouvelle série de difficultés semblables à celles qu'on avait déjà rencontrées.

» Les Documents de la Collection de M. Chasles témoignent en cent endroits des relations qui auraient existé entre Pascal et Newton : pas une des pièces connues et authentiques n'y fait la moindre allusion. Or la même anomalie se reproduit au sujet d'une correspondance qui aurait existé entre Pascal et Galilée.

» La prétendue correspondance de Newton avec Pascal aurait commencé lorsque Newton avait à peine *onze* ans, quand Pascal était déjà entré dans cette période où ses infirmités le firent se détacher peu à peu des choses de ce monde. Les rapports de Pascal avec Galilée, en 1641, se rapporteraient à une époque où Pascal n'avait encore que dix-huit ans, tandis que Galilée était à la fin de sa longue carrière.

» A cette époque Galilée était déjà complétement aveugle! M. Chasles extrait, il est vrai, de sa Collection des Pièces nombreuses destinées à établir le contraire. Mais ici encore se reproduit pour la troisième fois ce fait extraordinaire que le collectionneur aurait laissé dans la circulation tout ce qui témoignait de la cécité de Galilée, tandis qu'il aurait ramené dans son portefeuille tout ce qui la démentait!

» La connaissance de l'époque véritable de la cécité de Galilée a dès lors pris une grande importance. Car s'il était établi qu'il n'a pu écrire les Lettres qu'on lui attribue, avec elles tomberaient toutes les assertions contraires à l'histoire connue de la science astronomique.

» M. Chasles a donc dû faire de grands efforts pour interpréter les pièces historiques au rebours du sens naturel de leur texte. Aussi s'est-il élevé sur ce point un long débat, très-vif, très-confus, et qui peut cependant être ramené à des termes simples.

» Dès l'année 1632, les yeux de Galilée avaient été frappés d'une altération assez grave pour lui ôter le pouvoir de lire et d'écrire sans souffrance (1). (LXV, 955.)

» Le 1er janvier 1638, Galilée écrit à Boulliau, à Paris (2) :

Gratissimas literas tuas, lectissime vir, una cum libro de Natura lucis tunc accepi, cum jam oculorum meorum lux omnis est extincta. Siquidem fluxio, quæ mihi septem circiter ab hinc mensibus alterum oculum, meliorem scilicet, densissima obduxerat nube, rursus ob alterum imperfectum, qui mihi reliquus erat, et aliquem exiguum licet in rebus meis suggerebat usum, adeo atra obtexit caligine, ut nihil amplius apertis oculis, quam occlusis videam...

Breviter admodum ac jejune scribo, præstantissime vir, plura enim scribere me non patitur molesta oculorum valetudo...

» M. Volpicelli, qui a attiré le premier l'attention sur cette Lettre, n'en avait rapporté que le dernier paragraphe (LXVI, 37), et M. Chasles en concluait qu'au commencement de 1638 Galilée écrivait encore de sa propre main. (LXVI, 32.)

» Mais le P. Secchi a fait remarquer qu'on avait eu tort de supprimer la première partie du document, où il est dit de la manière la plus précise que Galilée était aveugle, qu'après avoir perdu un œil depuis sept mois, il venait de perdre l'autre, et n'y voyait pas plus les yeux ouverts que les yeux fermés. La Lettre a dû être dictée par Galilée, et la fatigue qu'il accuse à la fin vient de l'état de souffrance que lui causait la maladie persistante de ses yeux. (LXV, 126.)

» Et effectivement, la Lettre à Boulliau n'est pas écrite de la main de Galilée. (Lettre de M. Govi, LXVIII, 437.)

» Le 2 janvier 1638, Galilée écrit à Diodati, à Paris (3) :

(1) Lettre de M. Govi. (*Opere di Galileo Galilei;* Albéri, t. VI, p. 391.)

(2) *Opere di Galileo Galilei*, t. VII, p. 205.

(3) *Opere di Galileo Galilei*, t. VII, p. 207.

En réponse à votre dernière du 20 novembre, touchant la première question qu'elle me fait sur l'état de ma santé, je lui dirai que, quant au corps, j'avais retrouvé une constitution tolérable ; mais, hélas, le Galilée votre cher ami et serviteur est, depuis un mois, devenu irréparablement et complétement aveugle : tellement que ce ciel, ce monde et cet univers auquel mes merveilleuses observations et mes claires démonstrations avaient donné une étendue cent mille fois plus grande que ne l'avaient cru tous les sages des siècles passés, se trouve pour moi diminué et restreint à l'espace qu'occupe ma personne. (LXVI, 127.)

» Le 13 février 1638, l'Inquisiteur se rend à Arcetri pour constater l'état de Galilée, et il adresse au Souverain Pontife le Rapport suivant (1) :

Florence, le 13 février 1638. — Pour satisfaire plus entièrement au commandement de Sa Sainteté, N. S., je suis allé en personne, à l'improviste, avec un médecin étranger, mon confident, reconnaître l'état de Galilée dans sa villa d'Arcetri, persuadé que de cette manière je pourrais non-seulement faire un Rapport sur la qualité de ses indispositions, mais encore pénétrer et examiner les études auxquelles il s'applique, et les habitudes de son régime de vie, pour découvrir jusqu'à quel point, en venant à Florence, il pourrait semer dans les sociétés et les entretiens sa damnée opinion du mouvement de la Terre. *Je l'ai trouvé totalement privé de la vue* ET COMPLÉTEMENT AVEUGLE, et bien qu'il espère se guérir, n'y ayant pas plus de six mois que la cataracte lui est tombée sur les yeux, cependant le médecin, attendu son grand âge de soixante-quinze ans, tient le mal pour presque incurable.... Ses études sont interrompues par sa cécité, bien que parfois il se fasse lire quelque chose.... Je crois donc que si Sa Sainteté usait envers lui de son infinie bonté, en lui permettant de résider à Florence, il n'aurait pas l'occasion de faire des réunions, et quand il l'aurait, il est tellement mortifié, qu'afin de s'assurer contre cela, et de le tenir en bride, il suffira d'une bonne admonestation. (LXV, 828, 955.)

» Les mots ET COMPLÉTEMENT AVEUGLE (e cieco affatto) sont omis dans la traduction que M. Chasles rapporte de cette pièce. (LXV, 828)

» M. Chasles assure que l'Inquisiteur de 1638 a, par bienveillance, exagéré les infirmités de Galilée, afin de lui obtenir la permission de venir résider à Florence. Une cataracte qui ne date que de six mois peut se prolonger, et empirer pendant plusieurs années avant de devenir complète. Il faut d'ailleurs remarquer que Galilée espère se guérir. *Il est* DONC CERTAIN *qu'il n'y avait pas cécité complète.* (LXV, 829.)

» Nous ne comprenons rien à ce mode de discussion dans lequel d'une hypothèse gratuite, qui ne s'étaye sur rien, on conclut à la certitude : « Je » suppose un fait, dit M. Chasles, donc il est certain ! »

» Nous avons un autre Rapport du même Inquisiteur, à la date du 23 juillet 1638 (2) : Galilée est toujours totalement aveugle.

(1) *Opere di Galileo Galilei*, t. X, p. 280.

(2) *Opere di Galileo Galilei*, t. X, p. 304.

» Le 25 juillet 1638, Galilée écrit au P. Castelli (1) :

Ce que vous m'écrivez me serait très-agréable si le malheureux état de ma santé ne me tenait occupé de soins ennuyeux : outre que mes yeux pleurent continuellement et sont enflammés, j'ai depuis quinze jours souffert de coliques, pour la guérison desquelles j'ai dû employer des médicaments contraires à mes yeux. *Je reviendrai à l'abstinence du vin; mais cela ne me fait pas espérer de ne pas perdre totalement l'autre œil encore, c'est-à-dire le droit;* comme déjà, depuis beaucoup de mois, j'ai perdu le gauche....

Quant au mode de travailler les lentilles napolitaines, en ne polissant pas tout le disque, mais seulement la partie du milieu et en laissant autour un cercle non poli, nos ouvriers y perdent la tête. J'ai pensé à un procédé.... que je pourrai expliquer, si je reviens à un état moins tourmenté; mais comme il s'agit d'un mécanisme et d'une construction d'une assez grande difficulté à exposer, et surtout avec la simple parole, pour un aveugle qui ne peut dessiner la figure (2), je ne puis dire ici rien d'essentiel, sinon que mon artifice dépend d'une proposition d'Euclide.

» M. Volpicelli cite seulement de cette Lettre la courte phrase que nous avons soulignée, et en l'isolant ainsi, elle paraît dire que Galilée n'avait pas perdu complétement la vue. Mais, on voit par la seconde partie de la Lettre que Galilée déclare toujours qu'il est aveugle; et dès lors il est très-clair que la première partie signifie seulement que Galilée se livrait à un traitement dans l'espoir bien faible, comme le disait deux jours auparavant l'Inquisiteur, de recouvrer l'un de ses yeux.

» En réduisant la Lettre du 1er janvier à une phrase de la fin, et celle du 25 juillet à une phrase du commencement, on donnait à ces pièces un sens qu'elles ne comportent pas.

» La Lettre du 25 juillet est, suivant M. Govi, de la main du fils de Galilée, Vincent Galiléi. (LXVIII, 437.)

» M. Chasles et M. Volpicelli soumettent ces témoignages à une discussion que nous ne saurions analyser, n'en ayant pas saisi la valeur. Nous devons donc nous borner à y renvoyer le lecteur. (LXVII, 9, 117, 166, 169, 254, 308, 313, 359, 427; LXVIII, 256.) Nous ne pouvons comprendre comment — *avoir les yeux privés de toute lumière, — avoir les yeux couverts de ténèbres, — n'y pas mieux voir les yeux ouverts que les yeux fermés, — être irréparablement et complétement aveugle, — être totalement privé de la vue et complétement aveugle, — ne pouvoir plus étudier à cause de sa cécité, — avoir perdu misérablement la vue,* etc., — nous ne comprenons pas, disons-nous, comment toutes ces affirmations qu'on est totalement aveugle établissent certainement *qu'on y voit.*

(1) *Opere di Galileo Galilei*, t. VII, p. 211.

(2) Senza poterne un cieco disegnare la figura.

» A la date du 19 novembre 1638, la cécité de Galilée est encore établie dans un codicille (1) ajouté à son testament, devant huit témoins dont un notaire ; ce codicille commence ainsi :

« Le seigneur Galileo Galilei, fils de feu Vincent Galilei, citoyen de » Florence, mathématicien de S. A. S., sain d'esprit, des sens, du corps et » de l'intelligence, *privé cependant tout à fait de la lumière des yeux* (privo » bene in tutto della luce degli occhi)... » (Lettre de M. Govi, LXVIII, 436.)

» M. Chasles assure que c'est encore un pieux mensonge, conséquence de celui qu'avait fait l'Inquisiteur pour gagner à Galilée la commisération de la cour de Rome. (LXVIII, 437.) De cette assertion on ne donne, pas plus qu'auparavant, aucune preuve.

» Le 5 novembre 1639 (2), Galilée emprunte la main de son fils (LXVIII, 958, 1093) pour écrire à Rinuccini une Lettre, traduite par M. Chasles (LXVIII, 995), traduction dont nous copions les passages importants :

J'aurais pu, il y douze ou quinze ans, donner à V. S. I. beaucoup plus grande satisfaction que je ne pourrais le faire dans les quelques jours qui vont suivre, parce que j'avais dans ce temps le poëme du Tasse, relié avec interposition de pages en pages de feuilles blanches, où j'avais non-seulement enregistré les rencontres de pensées semblables à celles de l'Arioste,... Maintenant il ne me paraîtrait pas difficile... de reprendre ces poëmes... : mais, *parce qu'il m'est nécessaire de me servir des yeux d'autrui*..., et que l'éloignement de la ville me rend plus rare le commerce de mes amis, *je serai forcé d'aller plus lentement que je ne l'aurais voulu*... Cependant est venu à moi le R. P. Vincent Renieri, moine du monastère d'Olivet, et il m'a fait la grâce de m'aider à noter quelques-unes desdites rencontres, et ce sont celles que je vous envoie.... Il serait meilleur, pour finir de semblables controverses, d'en parler de vive voix et de pouvoir répliquer pendant plusieurs heures. Car, pour mettre cela en écrit, il faudrait plusieurs semaines; travail qui ne serait pas pénible, *si je pouvais l'effectuer par moi seul*.... Mais j'irai pas à pas, faisant le plus qu'il se pourra....

» Ainsi Galilée emprunte la main de son fils pour écrire cette Lettre à Rinuccini, et il annonce qu'il ira lentement dans le travail qu'on lui demande, *parce qu'il lui sera nécessaire de se servir des yeux d'autrui*.

» Or, M. Chasles traduit comme il suit : « C'est-à-dire que Galilée fera » le travail lui-même et SEUL » ! (LXVIII, 994.) Nous ne pensons pas qu'on puisse faire accepter par personne une telle traduction.

» Cependant M. Chasles tire de ses Manuscrits et présente une pièce pa-

(1) *Archives des contrats de Florence.*

(2) *Opere di Galileo Galilei*, t. XV, p. 257.

reille, quant au texte, à celle de Florence. Or, déclare-t-il, « cette pièce est
» très-certainement de la même main que mes autres Lettres en italien,
» c'est-à-dire de la main de Galilée (de même aussi que mes *deux mille*
» Lettres en français)....

» Bien certainement, tout le monde jugera que la pièce que je présente
» à l'Académie est de la main de Galilée. Je me ferai un devoir d'en en-
» voyer la photographie à M. le Directeur de la Bibliothèque de Florence
» (LXVIII, 994). »

» M. Chasles se fait, nous le craignons, illusion, en affirmant que la pièce qu'il présente est de la main de Galilée. Ce n'est qu'une malhabile copie.

» (Ce passage était écrit lorsqu'est arrivé de Florence, aujourd'hui même, le procès-verbal d'une expertise régulière de la pièce photographique envoyée par M. Chasles. On trouvera ce procès-verbal dans le présent *Compte rendu*. La prétendue Lettre de Galilée est déclarée fausse; avec elle sont condamnées les *deux mille* autres pièces attribuées à Galilée, puisque le tout, d'après M. Chasles, est très-certainement de la même main. On verra et on appréciera la réponse surprenante de M. Chasles.)

» Le P. Secchi fait remarquer qu'en mars 1640 Galilée écrivait au prince Léopold de Toscane (1) : « Je vous prie de recevoir mes excuses et
» d'attribuer tout retard à la misérable perte de ma vue qui me force à
» recourir aux yeux et à la plume des autres.... » Galilée ne pouvait pas écrire, il ne pouvait pas lire et il faisait tout à l'aide de secrétaires. (LXV, 1018.)

» Gherardini, prêtre fort respectable, intimement lié avec Galilée, dans une vie de Galilée qui n'était pas destinée à la publicité, a écrit :

« Et parce qu'il s'employait à ce travail (celui de soigner son potager et
» sa vigne) pendant les journées où le soleil était très-puissant à exciter, l'on
» attribue à ce désordre, comme à sa cause, la cécité du seigneur Galilée,
» déjà vieux; cécité qui fut très-pénible dans les dernières années, étant
» accompagnée de telles douleurs qu'elles lui avaient ôté tout à fait le
» sommeil.... » (*Lettre de M. Govi*, LXVIII, 777.)

» Concluons que toutes les Lettres historiques et authentiques s'accor-

---

(1) *Venturi*, t. II, p. 303.

dent pour établir qu'à partir de janvier 1638 Galilée était complétement aveugle.

» En affirmant le contraire, les Pièces de la *Collection* restent sur ce point, comme sur les autres, dans leur isolement complet.

V. — La découverte d'un premier satellite de Saturne appartient à Huyghens.

» S'il est une découverte astronomique dont l'histoire soit bien établie, c'est celle du satellite de Saturne, faite en l'année 1655 par Huyghens. M. Chasles l'avait concédé au commencement du débat, et même il avait discuté pour en conclure que les calculs de Pascal auraient été faits vers 1657. Ultérieurement notre confrère a changé de système et, déclarant que Pascal avait déjà exécuté ses calculs en 1641, il a attribué à Galilée la connaissance de plusieurs satellites de Saturne. Voici cette version, à l'appui de laquelle sont produites des pièces attribuées à Galilée, Boulliau, Huyghens.

» Galilée avait découvert des satellites de Saturne : cela résulterait de la Lettre qu'il aurait écrite à Pascal le 7 juin 1641 (LXV, 589, 590). Boulliau en témoigne dans une Lettre qu'il aurait adressée à Huyghens (un 7 juin). « Galilée, dit-il, a même cru apercevoir un satellite de la » planète Saturne, faisant sa révolution autour de cette planète, ainsi « qu'il l'a marqué en note, en l'espace de 15 jours 22 heures $\frac{2}{3}$. » (LXV, 835.)

» Pour effectuer ces travaux, Galilée aurait imaginé un instrument qui lui aurait servi dans ses dernières observations, et voyant qu'il ne pouvait plus espérer en faire usage lui-même, il l'aurait envoyé à Pascal, en lui disant de le communiquer à ses amis (LXV, 830, 834, 835) et entre autres à Boulliau.

» Boulliau à son tour aurait adressé l'instrument à Huyghens en lui recommandant de vérifier l'existence d'un satellite aperçu par Galilée, fait dont lui Boulliau n'avait pas pu constater la véracité. « La gloire vous en » appartiendra, » dit Boulliau à Huyghens, le 7 juin. (LXV, 835.)

» Et le 2 décembre, Huyghens aurait répondu qu'après avoir perfectionné l'instrument qu'il avait reçu, il avait découvert parfaitement le satellite que Galilée disait avoir aperçu ; et qu'ayant suivi cette observation pendant plus de deux mois, il avait remarqué que le temps périodique de ce satellite autour de Saturne était bien de 15 jours 22 heures $\frac{2}{3}$. Or donc, Galilée avait

dit vray. Renvoyant l'instrument à Boulliau, Huyghens lui annonce l'intention de donner au satellite le nom de Galilée. (LXV, 835.)

« Mais, dès le 22 décembre, l'abbé Boulliau, prenant le rôle du tentateur, conseille à Huyghens de garder le satellite pour lui-même (1) : « Vous me » comprenez, dit-il... Comptez sur ma discrétion... Je vous donne ceci » comme *principe.* »

» Huyghens se range à ce *principe*, et le titre de Galilée serait demeuré supprimé, si Huyghens n'avait eu le soin de conserver la Lettre accusatrice de Boulliau, pour que celle-ci vînt à un jour donné se ranger à la place convenable dans la Collection de M. Chasles. (LXV, 836.)

» A ces accusations d'indignité, jetées à Boulliau et à Huyhens à leur tour, à Huyghens renommé pour sa candeur et sa modestie, opposons l'authentique histoire, telle qu'elle résulte du livre publié en 1659 par Huyghens, et du Rapport fait le 25 janvier 1868, à l'Académie royale des sciences des Pays-Bas, par une Commission composé de MM. Harting, Kaiser et J. Bosscha. Ce que nous avons de mieux à faire, dans ce but, est de présenter un extrait du Rapport, dont les auteurs se réfèrent exclusivement à des pièces authentiques.

HUYGENS, jeune encore, vouait le temps qui lui restait de ses études de mathématiques pures, à la Dioptrique surtout. En 1652, à peine âgé de 23 ans, il avait déjà composé sur ce sujet deux livres, où entre autres on trouve consignée la loi qu'il avait découverte, de la convergence des rayons lumineux qui ont traversé une lentille sphérique, limitée par des surfaces convexes. Cette loi était la base de la théorie des instruments dioptriques, des lunettes et des microscopes. Il pensait qu'en construisant des lunettes d'après les principes de sa théorie, il les ferait meilleures que celles qu'on possédait jusque-là. Afin d'apprendre cet art, il s'adressa à différentes personnes : les meilleurs préceptes lui furent suggérés par GUTSCHOF, professeur à Liége.

Il se mit avec ardeur à l'ouvrage, aidé plus tard par son frère CONSTANTIN. Au commencement il ne travaillait que des lentilles d'une distance focale peu considérable, de sorte que les lunettes auxquelles elles furent adaptées comme objectifs, n'étaient pas fort longues. Peu à peu cependant il réussit à se procurer pour les lentilles de meilleures platines ; celles-ci étaient d'acier, et d'autres les fabriquaient pour lui. Dans la correspondance entre CHRÉTIEN et son frère CONSTANTIN vers la fin de 1655, quand le premier se trouvait à Paris, il est plusieurs fois fait mention d'un certain KALTHOF ou KALTHOVEN (on trouve les deux noms) comme du fabriquant des platines d'acier. Ces platines d'abord n'avaient pas la forme requise ; quelquefois pour la leur rendre, il fallait aux frères dix jours de travail. D'autres gens encore qui les assistaient sont nommés dans cette correspondance. Les frères avaient

(1) « Galilée, dit-il, n'avait donné que l'idée de la découverte. » On oublie qu'on lui a attribué la détermination de la valeur exacte de la période.

beaucoup de peine à se procurer des morceaux de verre qui leur convinssent. Il leur fallait des glaces de miroir, mais le plus souvent elles étaient trop minces, et se courbaient étant travaillées, de sorte que la forme était manquée ; ou elles avaient des stries, effet d'un mélange irrégulier, ce qui rendait les images diffuses. Ils essayèrent des glaces d'une fabrique de Harlem, d'une autre de Bois-le-Duc, puis du verre vénitien et français, mais ce n'était que rarement qu'ils réussissaient à trouver ce dont ils avaient besoin.

Enfin pourtant ils parvinrent à surmonter toutes les difficultés. Le 3 Février 1655 CHRÉTIEN avait achevé son premier objectif pour une lunette de longueur passable; la distance focale était de 10 pieds. Bientôt il en eut un second de 12 pieds. C'est avec ces lunettes que HUYGENS a fait ses premières découvertes. Le verre de 10 pieds, comme la Section ne l'ignore pas, a été retrouvé dans le cabinet de physique d'Utrecht. C'est à cette lentille que se rapportent les mots suivants, qui se trouvent, avec d'autres notices de la main de HUYGENS, sur une feuille de papier détachée, parmi ses manuscrits :

De phænomenis Saturni et lunula. Quale primum telescopium meum. Lens superficierum alteram planam ex speculo habebat, exili apertura. Tantot mirabilius, annulum fuisse repertum. Diligentia mira in observando per hyemem, tertia post mediam noctem vigente gelu. Ex Neuræi epistola de Gassendo, qui moriens delegabat amicis hanc de Saturno disquisitionem. De lunula mea Gassendo diversa.

Remarquons en passant que GASSENDI est mort le 24 Octobre 1655.

Ces premières lunettes de HUYGENS avaient un grossissement d'environ 50 fois. Quelque temps après il en acheva une de 23 pieds de longueur, qui avait un grossissement de 100 fois. En communiquant cela il ajoute immédiatement, que GALILÉE n'avait pu atteindre qu'un grossissement de 30 fois. Audace vraiment remarquable, qu'à juste titre on qualifierait d'effronterie, si HUYGENS se fût servi d'une lunette de GALILÉE, qu'il aurait seulement perfectionnée! HUYGENS dit expressément, que ce ne fut que le 19 Février 1656 qu'il commença à se servir de sa lunette de 23 pieds, c'est-à-dire de celle qui grossissait les objets 100 fois.

Arrêtons-nous aux deux premières découvertes faites au moyen de ces instruments.

Si la lettre de BOULLIAU était authentique, il s'ensuivrait, que HUYGENS aurait découvert premièrement l'anneau et puis la lune. Or c'est précisément le contraire qui a eu lieu. Et se pourrait-il autrement? Pour s'assurer qu'un petit corps dans le voisinage d'une planète n'est pas une étoile fixe, mais une lune, on n'a qu'à observer pendant deux ou trois soirs. Quant à l'anneau, c'est tout autre chose. Celui-là exigeait des observations suivies durant une longue série de mois, afin de conclure des phases différentes de son aspect, quelle en est la forme véritable et l'obliquité sur l'écliptique. Ceci à lui seul suffirait, pour traiter de fable tout ce qu'en racontent les lettres produites par M. CHASLES.

Le 3 Février 1655 HUYGENS avait achevé son objectif de 10 pieds. Aussitôt qu'il en eut fait une lunette, il la dirigea vers le ciel. Le 25 Mars suivant, à 8 heures environ du soir, il vit la planète avec ses deux bras épars de chaque côté en ligne droite, et à l'occident à une distance d'à peu près 3 minutes une petite étoile, presque dans le même alignement que les deux bras, et qu'il se ressouvint d'avoir vue déjà près de la planète quelques jours auparavant; il en conjectura que cette petite étoile pourrait bien être une lune. Une autre petite étoile se montrait de l'autre côté de la planète à une distance un peu plus grande, et beaucoup au-dessous des deux bras. Le lendemain, 26 Mars, la première des petites étoiles n'avait presque pas bougé, mais l'autre s'était éloignée de la planète à la double distance à

peu près, son mouvement apparent équivalant au chemin que Saturne avait franchi dans le même temps. C'en était assez. La première des petites étoiles était donc un satellite, qui appartenait à la planète et l'accompagnait dans son orbite, l'autre était une étoile fixe. Le 27 Mars la différence s'était accrue encore. La première des deux petites étoiles s'était un peu rapprochée de la planète, l'autre avait continué de s'en éloigner.

Les jours qui suivirent, un ciel couvert ne permit pas d'observations; ce ne fut que le 3 Avril que HUYGENS put les reprendre : la première des petites étoiles, disons la lune, se trouve être arrivée à l'autre côté, à l'orient de Saturne, derechef à une distance de 3 minutes de la planète.

De cette manière HUYGENS continua d'observer Saturne, chaque jour que le ciel était propice, et de noter la place que la lune occupait. Au bout de trois mois, à l'exemple de GALILÉE il envoya à différents astronomes l'anagramme suivante :

Admovere oculis distantia sidera nostris VVVVVVV CCC RR H N B G X,

dont la permutation présente le sens :

Saturnus luna sua circumducitur sexdecim diebus horis quatuor.

Il écrivit à WALLIS en la lui envoyant :

Perspicillum mihi nuper paravi 12 pedum longitudine quo vix aliud præstantius reperiri existimo, quum antehoc nemo viderit quod ego observavi.

Suit l'anagramme.

Quoique HUYGENS ne divulguât pas tout de suite sa découverte, la cachant sous le masque usité en ce temps d'une énigme de lettres — et en vérité le moyen n'était pas mal choisi pour s'assurer la priorité — il n'hésitait pas à la communiquer à diverses personnes.

Il montrait la lune nouvellement découverte à ses amis : et nous avons déjà dit que peu de temps après il donna à GASSENDI la solution de son énigme. Il en agit de même envers d'autres savants français. Vers la dernière moitié de 1655 il se trouvait à Paris pour la première fois, après avoir obtenu le grade de Docteur en droit à l'Académie protestante d'Angers. C'est alors qu'il fit connaissance avec divers savants, entre autres avec BOULLIAU. Ces savants l'invitaient à publier sa découverte, comme le prouve une lettre à GUTSCHOF, à l'occasion de l'envoi d'un exemplaire de son livre, lettre qui rend témoignage en même temps de sa gratitude pour des services rendus :

De Saturno observationem nostram tibi mitto, vir præstantissime; te enim autore primum perspicillis animum adjeci, tu mihi præcepta artis nobilissimæ suppeditasti. Ergo et profectus mei rationem tibi præ omnibus ut reddam æquum est. In Gallia nuper agenti sensere viri aliquot insignes, ut novum hoc phænomenon publici juris facerem, neque alias mihi in mentem venisset... »

L'opuscule intitulé *de Saturni luna observatio nova*, où HUYGENS donne un aperçu de sa découverte, est daté Hagæ Com. 5 Mart. 1656. Donc il parut moins d'une année après la découverte, et neuf mois après que l'anagramme avait été distribuée. Cet opuscule se termine par une anagramme nouvelle, que HUYGENS proposait aux astronomes. La voici :

AAAAAAA CCCCC D EEEEE G H IIIIIII LLL MM NNNNNNNNN PP Q RR S TTTTT UUUUU.

Ce ne fut que trois ans plus tard, en 1659, que dans son *Systema Saturnium*, il en publia la solution :

Annulo cingitur, tenui, plano, nusquam cohærente, ad eclipticam inclinato.

De nature cependant HUYGENS n'était pas un homme mystérieux. S'il l'eût été davantage, son invention des horloges à pendule ne lui aurait pas été escamotée par l'horloger DOUW, qui avait attrapé le secret, même avant que HUYGENS en eût demandé lettre patente; il s'ensuivit un procès et beaucoup de désagréments. Oui vraiment, les épithètes de « *candide et ingénu,* » dont on l'avait gratifié, étaient bien méritées, et il communiquait volontiers ses découvertes à quiconque s'y intéressait, avant de les avoir publiées. Il en agit ainsi par rapport à la lune et à l'anneau de Saturne. Une lettre de HUYGENS à BOULLIAU, à la date du 26 décembre 1657, conservée dans la Bibliothèque impériale de Paris, nous apprend qu'il lui envoya une esquisse de Saturne avec son anneau, le priant de la garder provisoirement pour lui. Vu ce qui précède, cette prière n'avait rien d'extraordinaire, car c'était deux années avant que parût le *Systema Saturnium*, dont la rédaction l'occupait alors. Il est inconcevable que M. CHASLES, dans la séance de l'Académie des Sciences de Paris du 16 décembre dernier, ait pu citer cette lettre comme tendant à confirmer la correspondance par lui produite de HUYGENS et BOULLIAU.

Il suit de l'anagramme susdite, que HUYGENS, trois mois après la découverte de la lune, lui assignait une période de 16 jours et 4 heures. Lors de la publication de son opuscule *De Saturni Luna*, neuf mois plus tard, quand durant ce temps il eut assidûment continué ses observations, il corrigea ce chiffre. Il avait reconnu que le satellite faisait sa révolution en 16 jours précis, ni plus ni moins. Il dit : « Tempus vero sexdecim dierum tam exacte circuitum planetæ metitur, ut cum annus jam et amplius a primis observationibus effluxerit, nihil adhuc aut abundare aut deficere deprehendatur, quoquo loco prædicimus ibi sese in cœlo sistat. » Néanmoins il revient encore trois ans plus tard. Dans le *Systema Saturnium* il s'étend au large sur le problème du temps de révolution, et il finit par conclure que la période synodique est de 15 jours 23 heures et 13 minutes, et la période sidérale de 15 jours 22 heures et 39 minutes. Donc le dernier résultat, après que les observations ont duré quatre ans, diffère de 1 heure et 21 minutes du second, et pas moins de 5 heures et 21 minutes du premier.

Or on lit dans la prétendue lettre de BOULLIAU, que GALILÉE avait trouvé que la lune faisait sa révolution autour de la planète dans l'espace de 15 jours 22 heures $\frac{2}{3}$ (40 minutes), et dans celle de HUYGENS, que le temps périodique de ce satellite autour de Saturne était bien de 15 jours 22 heures $\frac{2}{3}$, comme GALILÉE l'avait dit.

On sait maintenant, que selon les déterminations de BESSEL et autres, qui ont eu à leur disposition des instruments bien autrement parfaits, cette période, après des observations de nombre d'années, est fixée à 15 jours 22 heures 41 minutes et 25 secondes. Il n'est guère admissible que GALILÉE, après n'avoir observé qu'une demi-année au plus, et HUYGENS après deux mois seulement, aient déterminé la période du satellite avec une telle exactitude, qu'elle ne différât pas même d'une minute et demie de la vraie période; mais c'est absurde absolument de supposer que HUYGENS, connaissant à peu près la vraie période, y ait substitué dans ses écrits à plusieurs reprises des chiffres très-défectueux, avant de se résoudre enfin à publier ce qu'il savait être exact.

» La Commission de l'Académie Royale des Sciences des Pays-Bas conclut, et tous les astronomes concluront avec Elle :

Il ressort de ce qui précède, que l'histoire de la découverte du Satellite de Saturne par

HUYGENS est complétement connue jusqu'aux moindres détails. Elle n'offre aucune de ces obscurités que l'on rencontre ordinairement partout, là où il y a quelque chose à cacher. Au contraire les faits s'enchaînent de la manière la plus naturelle, ne laissant pas de place au doute. Rien que la lecture de la narration simple et minutieuse faite par HUYGENS lui-même doit procurer, à quiconque est sans préjugés, l'intime conviction, qu'il ne peut y avoir de réticence; que HUYGENS ne cache pas la moindre chose, et qu'il est bien loin de s'approprier clandestinement une découverte, dont on lui aurait fait part.

» Les Lettres produites par M. CHASLES, lesquelles attaquent la probité et la bonne renommée de CHRÉTIEN HUYGENS, manquent de tout caractère interne qui prouve leur authenticité.

» Ces Lettres sont en contradiction l'une avec l'autre.

» Elles ne s'accordent nullement avec d'autres documents, dont la véracité n'admet pas le moindre doute. »

(En raison de l'heure avancée, la fin de la Communication de M. Le Verrier est renvoyée à la prochaine séance.)

« Lorsque l'heure avancée de la séance, dit M. Le Verrier, vient de me forcer à renvoyer la fin de ma Communication à lundi prochain, conformément au désir de l'Académie, M. Chasles a tenu à dire en quelques mots que nous ne remontions pas aux sources les plus éloignées, et qu'il y en avait d'antérieures. Nous n'avons nulle prétention d'être toujours allé jusqu'à la source primitive, et c'est une recherche que nous n'avons en aucune façon le désir d'entreprendre. En voilà historiquement bien assez sur un sujet stérile, et nous ne voyons aucune utilité à remonter plus haut. Si, lorsque nous disons, par exemple, que le faussaire a copié le *Dictionnaire historique*, M. Chasles vient à trouver que le *Dictionnaire* a lui-même copié quelque auteur X... plus ancien, on substituera dans ce que nous avons dit l'auteur X... au *Dictionnaire*, et la conséquence sera la même. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Recherches sur les produits de la fermentation alcoolique des jus de betteraves* (deuxième Mémoire); *par* **MM. IS. PIERRE** et **ED. PUCHOT.** (Extrait.)

« Nous avons décrit en détail, dans un premier Mémoire, les opérations à l'aide desquelles, pendant les campagnes de 1865-66, 1866-67 et 1867-68, nous avions pu séparer, des produits bruts de la distillation des alcools de betteraves :

» 1° De l'aldéhyde vinique toute formée;

» 2° De l'alcool vinique;

» 3° De l'alcool propylique;

» 4° De l'alcool butylique;

» 5° De l'alcool amylique.

» Nous ne nous occuperons pas, quant à présent, de l'alcool amylique, dont nous avons amené plus de 50 litres à un très-haut degré de pureté chimique, en vue d'en obtenir, plus tard, des dérivés plus faciles à purifier eux-mêmes et à mieux qualifier dans leurs propriétés physiques et chimiques.

» Nous avons pu isoler de nos produits bruts plus de 13 litres d'alcool butylique, dont le moins pur (environ 3 litres) contenait certainement plus de 95 pour 100 d'alcool butylique vrai.

» Nous avons pu également séparer, de ces mêmes produits bruts, environ $4\frac{1}{2}$ litres d'alcool propylique pur, et environ $2\frac{1}{2}$ litres de résidus moins purs contenant, en moyenne, au moins 90 pour 100 d'alcool propylique vrai.

» Enfin, en traitant de la même manière une vingtaine de litres de résidus de rectifications de flegmes de cidre, nous en avons encore séparé facilement près de 1 litre d'alcool propylique pur, sans compter $1\frac{1}{2}$ litre à 2 litres de résidus moins purs, pouvant contenir de 50 à 90 pour 100 d'alcool propylique réel. Cette dernière partie de nos recherches nous a fourni ce résultat assez remarquable, que l'alcool propylique était presque le seul alcool normal accompagnant l'alcool vinique, et que les alcools butylique et amylique ne devaient s'y trouver qu'en proportions relativement insignifiantes.

» Nous avions annoncé, dans notre premier travail (p. 28), l'intention de revenir sur l'étude d'un produit bouillant entre 70 et 75 degrés, extrait des résidus de distillation des alcools de betteraves. Ce produit, qu'il était assez difficile de séparer de l'aldéhyde vinique qui en masquait les propriétés, se trouvait assez abondant pour qu'il nous ait été possible d'en isoler environ 2 litres d'une substance éthérée à odeur très-suave bouillant entre 72°,5 et 72°,75, et qu'un examen détaillé nous a fait reconnaître pour de l'acétate éthylique.

» Il convient donc de faire figurer l'acétate éthylique parmi les produits bruts de la fermentation alcoolique de la betterave. Nous en aurions pu séparer beaucoup plus, si notre attention eût été éveillée plus tôt sur ce point

» *Étude séparée de l'alcool propylique.* — En 1853, M. Chancel annonça

qu'il était parvenu à extraire l'alcool proprionique des résidus de la distillation des eaux-de-vie de marc.

» Nous avons présenté nous-mêmes à l'Académie, il y a bientôt deux ans, des échantillons d'alcool propylique pur, d'acétate et d'iodure, dont nous avons adressé à M. Wurtz plusieurs centaines de grammes.

» Enfin, au mois d'avril dernier, M. Chancel a présenté une seconde Note sur l'alcool propylique et sur ses dérivés.

» Sans nous arrêter à la discussion des droits de priorité, nous n'aurons d'autre but aujourd'hui que celui de mettre en lumière quelques faits relatifs à l'histoire de cette substance dont l'existence, comme produit normal de fermentation, n'était encore pas franchement admise en Allemagne l'an dernier.

» L'alcool propylique normal bout à 98 degrés; son poids spécifique à 0 degré est 0,820.

» Une série de déterminations de sa densité, faites à diverses températures, au moyen de l'un des appareils dont l'un ne nous s'est servi en 1844 pour des recherches de même nature, nous a conduits aux résultats suivants :

Températures.	Densités.	Volumes.
0°	0,820	1,000
10	0,812	1,010
20	0,804	1,020
30	0,796	1,030
40	0,788	1,040
50	0,779	1,053
60	0,770	1,065
70	0,761	1,077
80	0,752	1,090
90	0,743	1,103
98	0,735	1,115

» Nous en avons également déterminé la force élastique à diverses températures, et nous avons pu, au moyen d'une trentaine de déterminations, calculer les résultats ci-après, de 10 en 10 degrés :

Températures.	Force élastique.	Températures.	Force élastique.
0°	10mm	60°	160mm
10	15	70	244
20	24	80	361
30	41	90	525
40	66	98	760
50	104	»	»

» Nous avons pensé qu'il ne fallait pas attacher une trop grande importance à la composition centésimale du produit obtenu pour juger de son degré de pureté plus ou moins complète, parce que ce caractère, considéré isolément, pourrait induire en erreur. En effet, la formule

$$2C^8H^8O^2 = C^4H^6O^2 + C^8H^{10}O^2$$

nous montre qu'un mélange à proportions équivalentes d'alcool vinique et d'alcool butylique peut simuler la composition de l'alcool propylique. De même aussi la formule

$$2C^6H^8O = 2C^4H^6O^2 + C^{10}H^{12}O^2$$

nous montre que la composition de l'alcool propylique peut se représenter par celle d'un mélange de 2 équivalents d'alcool vinique et de 1 équivalent d'alcool amylique.

» Nous avons pensé que l'étude de ses dérivés les plus naturels nous éclairera davantage sur sa véritable constitution. Nous ferons de cette étude l'objet d'une très-prochaine Communication à l'Académie.

» Qu'il nous soit permis, en terminant, de revenir en deux mots sur la possibilité de la production directe de l'alcool propylique aux dépens du sucre, pendant la fermentation. La formule

$$nC^{12}H^{12}O^{12} = 4C^{2n}H^{2n+2}O^2 + 4nCO^2 + 4(n-2)HO,$$

lorsqu'on y suppose $n = 3$, devient

$$3C^{12}H^{12}O^{12} = 4C^6H^8O^2 + 12CO^2 + 4HO,$$

c'est-à-dire que l'alcool propylique peut se produire, théoriquement du moins, aux dépens du sucre, par une simple fixation d'eau avec élimination d'acide carbonique.

» Enfin, parmi les moyens théoriques de concevoir la production de l'alcool propylique, nous pouvons encore citer sa dérivation, par fixation ou par élimination d'eau, de l'un quelconque des autres alcools monoatomiques connus.

» Ainsi la formule

$$2C^6H^8O^2 = 3C^4H^6O^2 - 2HO$$

nous montre qu'il pourrait se former aux dépens de l'alcool vinique par une simple élimination d'eau. Il est possible que, dans le cas de la distillation des eaux-de-vie de marc de raisin, sa production soit le résultat d'un phénomène de surchauffe qui pourrait réaliser cette déshydration. »

M. Ch. Sainte-Claire Deville, en offrant à l'Académie : 1° un exemplaire du *Rapport sur la partie scientifique de l'Établissement météorologique central de Montsouris ;* 2° les douze premiers numéros du *Bulletin quotidien de l'Observatoire Météorologique de Montsouris*, fait les remarques suivantes :

« En décembre 1868, M. le Ministre de l'Instruction publique, convaincu de la nécessité de fonder en France un Établissement spécialement consacré à l'étude de la physique terrestre et analogue à ceux que possèdent déjà plusieurs nations de l'Europe, nomma une Commission (1) chargée d'examiner cette question au double point de vue scientifique et administratif. C'est la partie du Rapport de cette Commission qui est relative au but scientifique à atteindre, et qui a été publiée par ordre de M. le Ministre de l'Instruction publique dans le *Bulletin administratif,* que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie.

» En outre, M. le Ministre, en attendant que le Conseil d'État et le Corps législatif aient voté les allocations nécessaires pour la constitution définitive de l'Établissement, et que les terrains et la construction donnés généreusement par la Municipalité parisienne soient complétement appropriés à cette destination, a obtenu de l'Empereur l'autorisation de subvenir, au moyen des ressources propres de son administration, aux premières dépenses de l'*Observatoire Météorologique*, qui entre dans le plan général de la fondation, et qu'on a pu, de cette manière, organiser sur des bases modestes, mais avec toute l'exactitude désirable.

» Cet observatoire météorologique, dont la direction a été confiée au Président de la Commission, fonctionne depuis le 1er juin, et, à partir du 1er juillet, il fait paraître un *Bulletin* quotidien, distribuant, par la levée de 5 heures du soir, les observations faites la veille au soir et le jour même jusqu'à 10 heures du matin.

» Ces observations comprennent, pour huit heures de la journée (savoir : 1 heure, 4 heures, 7 heures et 10 heures du matin ; 1 heure, 4 heures, 7 heures et 10 heures du soir) :

---

(1) Cette Commission était composée de MM. Belgrand, inspecteur général des Ponts et Chaussées; Bouchardat, professeur d'hygiène à la Faculté de Médecine; Marié-Davy, astronome à l'Observatoire impérial; H. Mangon, professeur à l'École des Ponts et Chaussées et au Conservatoire des Arts et Métiers ; E. Renou, ancien élève de l'École Polytechnique et Membre du Comité des Sociétés savantes; Véron-Bellecourt, capitaine de frégate, chargé du service météorologique au Ministère de la Marine, et Ch. Sainte-Claire Deville, Membre de l'Institut, Président et Rapporteur.

» La pression barométrique;

» La température indiquée, à l'ombre et au soleil, par des thermomètres fixes et des thermomètres-fronde;

» Les températures maxima et minima indiquées, à l'ombre et au soleil, par des thermomètres à boule nue, à boule recouverte de platine et à boule noircie;

» La température du sol à $0^{m},10$ de profondeur et celle de la couche d'air située à $0^{m},10$ au-dessus du même sol gazonné;

» Les conditions hygrométriques, les quantités de pluie tombée, l'état du ciel, l'observation du vent, etc.

» Ces observations seront complétées, avant peu, par des mesures actinométriques et par celle de l'action chimique de la lumière diffuse.

» Des remarques très-détaillées sur l'état du ciel et tous les phénomènes accessoires ou accidentels de l'atmosphère sont données au verso de la feuille.

» Cet ensemble d'observations ne pourrait être obtenu et publié immédiatement, avec les faibles ressources pécuniaires dont nous disposons, sans le dévouement et le désintéressement du jeune personnel distingué, qui, ayant foi dans l'œuvre, a voulu s'y consacrer entièrement, et auquel je suis heureux de rendre ici justice et reconnaissance (1).

» Tous les nombres des Bulletins sont donnés corrigés, toutes les moyennes calculées, et, à la fin de chaque mois, des *Résumés mensuels* permettent de jeter un coup d'œil d'ensemble sur les observations recueillies.

» Outre ces travaux particuliers de l'Observatoire de Montsouris, et grâce au concours bienveillant de MM. Belgrand et Lemoine, le *Bulletin* donne chaque jour, pour la veille, des observations pluviométriques et ozonométriques faites en douze stations municipales de la ville de Paris, la hauteur de la Seine au pont d'Austerlitz et la température de l'eau au pont Royal; enfin, les principales observations faites à Versailles, par M. le Dr Bérigny; à Saint-Maur, par M. Lecœur, conducteur des Ponts et Chaussées, et à Aubervilliers, par M. Mauguière, instituteur.

» Grâce à ces additions, le climat circumparisien est bien défini dans notre publication.

» Qu'il me soit permis, en terminant, d'adresser nos remercîments à M. Duruy, Ministre de l'Instruction publique, qui, malgré l'insuffisance

---

(1) Je citerai particulièrement MM. A. Hudault, ancien élève de l'École Polytechnique, F. Brieu et Guénaire.

trop réelle des ressources affectées à son département, a pu doter provisoirement notre institution naissante; à M. le Préfet de la Seine et à M. Dumas, qui ont obtenu du Conseil municipal une partie des moyens matériels d'exécution (1); aux chefs des services météorologiques de l'étranger (2), qui nous ont prodigué leurs encouragements; que l'Académie me permette enfin, en mettant notre œuvre sous son haut patronage, de lui donner l'appui scientifique qu'elle n'a jamais refusé aux entreprises utiles et généreuses. »

M. Faye, en présentant à l'Académie le « Traité de thermodynamique de *M. Zeuner* », s'exprime comme il suit :

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un ouvrage qui me paraît destiné à prendre une place très-honorable non-seulement dans la Science, mais dans l'Enseignement. Il s'agit du « Traité de M. Zeuner sur la thermodynamique », traduit en français par un jeune professeur, M. Cazin, qui a déjà marqué dignement sa place parmi ceux qui se sont voués à l'étude et aux progrès de cette science nouvelle, avec la collaboration de M. Arnthal.

» Le nom de M. Zeuner est déjà bien connu en France; notre savant confrère, M. Hirn, a même traduit un de ses ouvrages et l'a fait paraître dans son premier Traité sur la chaleur. Tout le monde sait que M. Zeuner est un des savants étrangers qui ont le plus contribué à donner à la thermodynamique la forme définitive dont une science a besoin pour pénétrer soit dans la pratique, soit dans l'enseignement.

» Ce livre s'adresse aux Professeurs; mais il s'adresse aussi aux Ingénieurs qui y trouveront une théorie complète de la machine à vapeur, poussée jusqu'aux applications les plus détaillées, et aux Physiciens qui y

---

(1) En citant ici les noms des personnes auxquelles notre œuvre doit des remercîments, je ne voudrais point oublier M. l'Ingénieur en chef Alphand, dans le service duquel rentre la création du parc de Montsouris, et en qui, dès le début, nous avons trouvé un véritable ami de la science. Je voudrais aussi parler des dons qui nous sont généreusement offerts par des particuliers, et, en première ligne, par M. Dollfus-Ausset, de Mulhouse, dont le dévouement à la science est bien connu. Tous ces encouragements, venus de points si divers, montrent combien la pensée réalisée par M. Duruy était la bien venue et combien elle est destinée à devenir populaire.

(2) En particulier à M. Robert H. Scott, Directeur du *Meteorological Survey*.

liront avec intérêt un résumé de toutes les connaissances que l'on possède aujourd'hui sur les propriétés des vapeurs. Ces connaissances se trouvent résumées dans des tableaux numériques calculés avec grand soin. Il est à peine nécessaire d'ajouter que les éléments de ces calculs sont tirés, pour la plupart, des grands travaux de M. Regnault.

» Cet Ouvrage est le cours que M. Zeuner professe depuis plusieurs années à l'École Polytechnique de Zurich. En faisant connaître cet Ouvrage en France, M. Cazin et M. Arnthal auront rendu, je crois, un véritable service aux Professeurs, aux Ingénieurs et aux Physiciens, et contribué à faciliter l'introduction de la nouvelle science dans les diverses branches de notre enseignement public. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de décerner le prix d'Astronomie pour 1869.

MM. Laugier, Delaunay, Faye, Mathieu, Liouville réunissent la majorité des suffrages.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de décerner le prix de Mécanique pour 1869.

MM. Morin, Combes, Dupin, Phillips, de Saint-Venant réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

TÉRATOLOGIE. — *Sur un monstre double, autositaire, monomphalien, de l'espèce bovine, que l'on propose de nommer* Dérodymo-Thoradelphe. Mémoire de **M. A. Goubaux.** (Extrait.)

(Renvoi à la Section de Zoologie.)

« Ce monstre, qui ne peut être placé dans aucune des familles établies par Isidore Geoffroy Saint-Hilaire, en constitue une nouvelle qui, tout à la fois, s'éloigne et se rapproche de celles déjà connues. En effet, voici la caractéristique de cette famille :

» *Monstre double, autositaire, monomphalien, double dans la partie anté-*

rieure du tronc (deux têtes, deux cous); *simple dans la partie moyenne* (une seule poitrine et deux membres thoraciques); *double dans la partie moyenne du tronc* (deux bassins, quatre membres postérieurs).

» Cette famille renfermait un genre unique, représenté par le sujet que j'ai décrit, et auquel j'ai donné le nom de *Dérodymo-Thoradelphe.*

» Je termine en disant que, si ce monstre ne doit pas constituer une nouvelle famille tératologique, il devra tout au moins faire l'objet d'une section nouvelle dans la famille des Monomphaliens, et, dans tous les cas, constituer un genre nouveau. »

M. G. Tissandier adresse une Note sur « l'ascension aérostatique du ballon *le Pôle Nord* ». (Présenté par M. Larrey.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée, Commission qui se compose de MM. Morin, Ch. Sainte-Claire Deville, Larrey.)

M. A. Tardieu adresse une Note relative à quelques observations physiologiques, faites pendant l'ascension du ballon *le Pôle Nord.* (Présenté par M. Larrey.)

(Renvoi à la même Commission.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure intitulée « Chaleur et Froid », par *M. J. Tyndall,* traduite de l'anglais par *M. l'abbé Moigno.*

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Sur une Lettre attribuée à Galilée, de la collection de* M. Chasles. Lettre adressée à M. le Président, par **M. Govi.**

« M. Chasles ayant eu l'obligeance d'envoyer à la Bibliothèque Nationale de Florence la reproduction photographique de la prétendue Lettre autographe de Galilée du 5 novembre 1639, qui fait partie de sa Collection, je me suis empressé de provoquer une expertise régulière de cette pièce. C'est le résultat de cette expertise que j'ai l'honneur de vous adresser.

» La parfaite compétence des experts, les soins avec lesquels ils ont pro-

cédé et les motifs de leur décision me semblent devoir donner à leur *Rapport* la valeur d'un jugement sans appel. »

Florence, ce jour huitième du mois de juillet, de l'an mil huit cent soixante-neuf, dans la salle dite *de Galilée*, à la Bibliothèque Nationale.

Les soussignés :

M. le Commandeur *Domenico Berti*, de Turin, Vice-Président de la Chambre des Députés, Professeur à l'Université de Turin, et ancien Ministre de l'Instruction publique ;

M. *Gaetano Milanesi*, de Sienne, un des Directeurs des Archives d'État de Florence, Paléographe ;

M. *Pietro Berti*, de Florence, Archiviste Paléographe à Florence ;

Et M. *Pietro Bigazzi*, bibliophile et expert en manuscrits, Commis de l'Académie de la Crusca, sur l'invitation du Directeur de la Bibliothèque Nationale, s'étant assemblés pour juger de l'authenticité d'une lettre attribuée et présumée autographe de Galilée Galilei, en date du 5 du mois de novembre de l'an 1639, dont on a présenté à leur expertise une photographie envoyée de Paris par M. Chasles, après un examen long, minutieux et consciencieux, ont eu l'occasion de faire les remarques suivantes, savoir : I° que Galilée (et cela vaut pour toutes les correspondances littéraires et diplomatiques italiennes jusqu'au XVIII[e] siècle) n'avait pas l'usage de mettre la date en tête de ses lettres, comme on a vérifié par l'inspection d'un grand nombre de ses autographes; II° qu'il écrivait toujours *Illustrissimo* par son abréviation *Illimo*; III° que ni lui, qui était bon littérateur, ni aucun autre écrivain toscan et contemporain, aurait jamais écrit, ou écrirait *Signor* dans le cas d'une adresse comme dans le commencement d'une lettre, ou d'un discours quelconque, quand il n'est pas suivi du nom de la personne à qui l'on parle; mais qu'il a, dans ce cas, écrit toujours *Signore*, réservant l'autre forme *Signor* seulement dans la composition d'autres mots avec lesquels elle ait rapport; IV° que le mot *Avrei*, comme beaucoup d'autres voix du verbe *Avere*, il l'a toujours écrit, selon l'orthographe de son temps, avec *H* au commencement, comme par exemple *Havrei*, *Haveva*, *Havrò*, *Hebbi*, *Havere*, etc., et non selon l'orthographe moderne *Avrei*. En effet, dans la lettre correspondante à la photographie, mais écrite de la main de Vincent Galilei, il n'y a pas la forme contracte *Avrei*, comme dans la photographie et dans l'imprimé de la dernière édition des OEuvres de Galilée, mais la forme pleine et primitive, usitée de préférence par les Anciens, c'est-à-dire *Haverei*; V° que dans l'abréviation *V. S. I.* la forme de la lettre I se trouve constamment différente, dans tous les autographes de Galilei, de la photographie exhibée; VI° que le mot *sodisfazione* a été toujours écrit par Galilée avec deux zz, ainsi que *sodisfazzione*, et non pas avec un, comme il se trouve dans la dernière édition des OEuvres de Galilée, où l'on a modifié son orthographe selon les règles modernes; VII° que le *o* dans le mot *poema* de la quatrième ligne de la photographie, qui ressemble à un *a*, n'a jamais été fait ainsi par Galilée; VIII° que le mot *interpozione* (en quatrième ligne), qui n'est pas italien, n'est pas certainement de Galilée, qui a écrit *interposizione*, comme on le voit dans la lettre authentique; et que cette forme *linterpozione*, dans laquelle l'article *la* fait corps avec le mot auquel il se rapporte, est tout à fait étrangère à l'orthographe de Galilée; IX° que le *z* dans le mot *satisfazione*, dans la ligne 11[e] de la photographie, était en origine un *c*, qui depuis a été arrangé en forme de *z* et très-peu habilement, et trahit ou-

vertement une main étrangère à l'orthographe italienne; X° que Galilée n'a jamais écrit *vno* (ligne 13e) en mettant la lettre *v* à la place de *u*, mais qu'au contraire il met toujours *u* au lieu de *v*; XI° que *scuelo*, comme on lit clairement dans la photographie (ligne 17e), mot qui n'est pas italien, n'est pas un *lapsus calami* que l'on puisse attribuer à Galilée non plus qu'à tout autre Italien, pour peu qu'il soit lettré, et que Galilée a écrit *squole*, selon l'orthographe de son temps, mettant *q* au lieu de *c*; XII° que le mot *soggiug-nerò* (lignes 27e, 28e), ainsi divisé dans les deux lignes et absolument contraire à l'orthographe de son temps, n'a été certainement pas divisé ainsi par Galilée, qui aurait écrit *soggiugnerò*; XIII° que le mot *repliche* (ligne 31e), qui, dans la photographie, a été originairement écrit *replique* et après corrigé, comme il paraît encore clairement, trahit, à n'en pas douter, la contrefaçon faite par une main française; XIV° que la forme *del l'animo*, que l'on voit à la ligne 36e, est tout à fait étrangère à Galilée, et qu'on n'en trouve pas un seul exemple dans ses autographes; XV° que dans la photographie on ne trouve jamais d'accent sur les mots qui doivent en avoir un grave sur la syllabe dernière, comme, par exemple, *potrò*, *andrò*, *parrà*, *città*, etc., que Galilée ne manquait jamais d'écrire, en quoi il paraît presque évidemment que la falsification a été faite par un Français; XVI° que dans les lettres autographes de Galilée on ne trouve le nom de l'adresse à la fin de la page qu'une seule fois, et dans une lettre en forme de mémorial adressé au Grand-Duc; XVII° enfin que, dans l'écriture photographiée, en général on remarque la gêne et l'indécision dans le port de la main, qui provient de l'imitation; que la plus grande part des lettres est sans liaison, contrairement à l'usage de Galilée; que dans la forme même des lettres on observe assez de différences pour en conclure que l'écriture représentée dans la photographie n'est certainement pas de Galilée; ce qui est évidemment prouvé par la comparaison immédiate d'un autographe authentique et de la photographie.

Après ces remarques, les soussignés ont unanimement convenu de déclarer que *l'écriture attribuée à Galilée et reproduite par la photographie n'est pas de lui;* et qu'il paraît presque certain que la contrefaçon a été faite sur l'imprimé de la dernière édition.

BERTI DOMENICO, MILANESI GAETANO, BERTI PIETRO, BIGAZZI PIETRO.

Fait, rédigé et souscrit en présence du Directeur de la Bibliothèque Nationale, qui approuve le contenu de cette expertise et légalise en même temps la signature des experts ci-dessus soussignés.

Le Directeur de la Bibliothèque Nationale,

GRANESTINI,

Ancien Député, Membre de la Royale Commission d'Histoire près du Ministère de l'Instruction publique.

Le Secrétaire,

REMBADI DOMENICO.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Nouvelles études sur les propriétés des corps explosibles; par* **M. F.-A. ABEL.** [Extrait (1).]

« La rapidité plus ou moins grande avec laquelle une matière explosible change d'état, la nature et les résultats de cette transformation sont autant

(1) L'Académie a décidé que cet Extrait, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait inséré en entier au *Compte rendu*.

d'éléments qui peuvent se modifier si l'on fait varier les circonstances dont le concours assure la production de l'action chimique.

» I. La poudre-coton offre un exemple frappant des moyens à l'aide desquels cette diversité d'effets peut être obtenue. Si l'on enflamme à l'air libre, par le contact ou par l'action à petite distance d'une source de chaleur d'au moins 135 degrés centigrades, un flacon de coton-poudre non comprimé ou même une grande quantité de coton-poudre en laine, la déflagration est rapide, presque instantanée; un bruit sourd accompagne le changement d'état, qui se traduit en une production de gaz et de vapeur, parmi lesquels les oxydes d'azote se trouvent en proportion considérable. Emploie-t-on le coton-poudre sous forme de fil non retors, de tissu ou de papier, la rapidité de la combustion à l'air libre s'atténue en raison directe de la compacité et du degré de torsion des fils, et cela, qu'il s'agisse de matière tissée ou de coton brut. Si, à l'aide de la pression, on transforme le coton en une masse compacte, homogène, solide, la combustion marche plus lentement encore. On peut même la ralentir au point de lui donner toute l'apparence d'un feu qui couve sans jamais flamber; il suffit pour cela d'opérer sur une petite quantité de coton-poudre réduit à l'état de fil fin ou de masse rendue compacte par la compression, et de le soumettre à l'action d'une source de chaleur dont la température soit à la fois assez puissante pour déterminer le changement d'état de la matière, et assez peu élevée pour ne pas enflammer les produits de la décomposition (hydrogène, oxyde de carbone, etc.).

» Si l'on allume le coton-poudre dans une atmosphère raréfiée, les mêmes causes rendent la décomposition d'autant plus lente et plus incomplète que le vide est plus parfait.

» Si l'on retarde, au contraire, le dégagement des gaz dus à la combustion en enflammant du coton-poudre préalablement renfermé, soit dans une enveloppe ou sac de papier, soit dans un récipient imparfaitement clos, la déperdition de chaleur n'a point lieu tant que les gaz n'ont point développé une pression suffisante pour se frayer un passage au travers de l'enveloppe ou par l'ouverture du vase; de leur réclusion plus ou moins longue naît une explosion plus ou moins violente, et le résultat final est une décomposition plus ou moins parfaite du coton-poudre.

» II. D'autres corps et même d'autres mélanges explosibles subissent l'influence des circonstances qui président à leur décomposition, mais les différences sont en général moins sensibles.

» Une petite quantité de fulminate d'argent, renfermée dans une boîte métallique à parois épaisses donne lieu à une détonation beaucoup plus forte que celle qui est produite par l'explosion de la même dose enflammée de la même manière, soit dans une enveloppe de clinquant, soit à l'air libre. En opérant sur l'iodure d'azote, on augmente notablement la violence de l'explosion en renfermant la matière dans une sorte d'obus en plâtre de Paris; l'expérience est plus caractéristique encore en renfermant l'iodure dans une feuille de métal. Le chlorure d'azote, au contraire, offre cette particularité de ne détoner que faiblement tant qu'il n'est pas à l'abri du contact de l'air; et si ce corps passe universellement pour le plus redoutable des agents détonants connus, il semble que cette réputation soit due à la manière dont les expériences ont été constamment faites, c'est-à-dire à la manipulation sous l'eau. Placez trois ou quatre gouttes de chlorure d'azote (environ $0^{gr},14$) sur un verre de montre, recouvrez-les d'une couche d'eau très-mince, et vous obtenez, par le contact d'un peu de térébenthine, une explosion si violente, que le verre est pour ainsi dire réduit en poussière. Répétez la même expérience en opérant sur la même quantité, mais en laissant la surface supérieure au contact de l'air libre, presque jamais le verre n'est brisé. Voici des expériences qui ont été faites avec succès. On verse 2 grammes de chlorure d'azote dans un verre de montre; on recouvre le liquide d'une couche d'eau très-mince, et on fait reposer le tout sur un petit cylindre solide de papier mâché, placé sur un pavé. Le contact d'un peu de térébenthine détermine une explosion violente; le verre est pulvérisé, le cylindre complétement brisé, les débris projetés dans toutes les directions. Si l'on opère ensuite sur 4 grammes de chlorure d'azote placés dans les mêmes conditions, mais sans addition d'eau, l'explosion obtenue est relativement faible, le verre se brise, il est vrai, mais le cylindre ne supporte aucune atteinte; il reste immobile à sa place primitive. La même expérience, enfin, répétée en recouvrant les 4 grammes de chlorure d'une mince couche d'eau, amène la destruction complète du cylindre qui servait de support. Que conclure de ces effets, sinon que, dans le cas où la décomposition du chlorure d'azote est instantanée, la résistance offerte par l'eau développe l'intensité de la force explosive, et remplit vis-à-vis du chlorure le même office que la feuille métallique vis-à-vis du fulminate d'argent, ou l'épaisse enveloppe de fer vis-à-vis de la poudre-coton et de la poudre ordinaire?

» III. Si l'on soumet à l'influence d'une source de chaleur suffisamment intense une portion de nitroglycérine, on obtient à l'air libre une inflamma-

tion et une combustion graduelles, que n'accompagne aucune explosion. Il arrive même, lorsque l'on met la nitroglycérine à l'abri du contact de l'air, que l'on rencontre une véritable difficulté pour faire naître et développer avec certitude la force explosive à l'aide d'une source de chaleur ordinaire. Mais, si l'on soumet la matière à un choc brusque, comme celui d'un marteau vigoureusement frappé sur une surface dure, on obtient une explosion accompagnée d'une détonation violente, la nitroglycérine se comportant dans ce cas absolument comme la poudre-coton. Il est à remarquer, toutefois, que la seule portion du liquide qui détone est celle qui correspond exactement aux deux surfaces momentanément rapprochées par le choc. L'action du marteau sur l'enclume isole si bien une portion de la masse, que la décomposition instantanée de cette portion ne peut se propager, ou faire détoner dans les mêmes conditions les parties voisines exposées au contact de l'air.

» Je n'ai jamais réussi à faire détoner la nitroglycérine en la mettant simplement en contact avec un corps enflammé ou incandescent; mais les expériences suivantes indiquent de quelle manière une source de chaleur peut déterminer l'explosion de cet agent chimique.

» Un fil de platine, immergé dans la nitroglycérine, recevait toute la puissance calorifique d'une pile. Après une minute environ, le liquide commença à prendre une teinte brunâtre rappelant celle d'une solution ferrugineuse chargée de vapeur nitreuse; la couleur devint plus foncée d'instant en instant, sans que, cependant, on aperçût aucune vapeur rougeâtre à la partie supérieure du vase, jusqu'à ce qu'enfin, au bout de quatre-vingt-dix secondes environ, la nitroglycérine fit explosion avec une forte détonation.

» On tenta ensuite diverses expériences pour déterminer, à l'aide de l'étincelle électrique, l'explosion de la nitroglycérine. On plongea d'abord dans le liquide les extrémités libres de deux fils isolés, et, après les avoir rapprochés, on essaya de faire passer des décharges en employant la bouteille de Leyde. La force isolante du liquide empêche le passage de l'étincelle. Les fils furent ensuite disposés de manière à effleurer seulement la surface du liquide; de fortes étincelles passèrent, mais elles ne produisirent aucun effet. On employa enfin une bobine de Ruhmkorff, renforcée d'une bouteille de Leyde, et, entre les deux pôles qui effleuraient la surface de la nitroglycérine, on fit passer sans interruption une série d'étincelles qui agitaient légèrement le liquide. Cette fois, après quelques secondes, la surface commença à noircir; au bout de trente secondes, l'explosion se produisit.

» Il est cependant manifeste que, d'une part, on peut, à l'air libre, ob-

tenir l'explosion violente de la nitroglycérine et de toutes les préparations de cette substance, la dynamite, par exemple, au moyen de la détonation d'une petite charge de poudre ou d'autre substance explosible; tandis que, si l'on emploie seulement, d'après les indications de M. Nobel, une flamme ou un corps chaud, on ne parvient à déterminer l'explosion que dans des conditions particulières. Ne doit-on pas voir une différence marquée dans le mode d'action des deux espèces d'agents d'inflammation, et ne semble-t-il pas naturel de supposer que la chaleur développée par le changement d'état chimique de la poudre ou du fulminate n'est pas la seule cause agissante dans l'explosion du liquide?

» Dans le cas où le liquide fait explosion sous l'action d'une petite détonation, l'explosion générale est due dans une certaine mesure à l'*effet mécanique* de la détonation même. Cette cause, négligée jusqu'ici, peut à elle seule déterminer l'explosion de la nitroglycérine, indépendamment de toute action directe due à la chaleur que développe la combustion de la poudre ou du fulminate.

» IV. Si l'on expose à l'air libre une certaine quantité de coton-poudre comprimé, et si on l'enflamme simplement par l'approche d'un corps enflammé ou à une haute température, on n'observe qu'une combustion graduelle de la matière. Mais, si l'on met le feu au moyen d'une petite charge de poudre détonante, enflammée à proximité ou au contact, il se produit une explosion violente, accompagnée d'effets destructeurs égaux à ceux de la nitroglycérine. Ces effets sont incomparablement supérieurs à ceux du coton-poudre, quand on lui fait faire explosion dans les conditions considérées jusqu'ici comme étant les plus favorables au développement complet de sa force explosive. Bien plus, il arrive qu'en opérant sur une petite quantité de coton-poudre comprimé, l'explosion produite par les moyens indiqués plus haut est suffisante pour déterminer à son tour l'explosion de morceaux séparés de la même matière détonante. Un intervalle de 0,5 à 1 pouce, laissé entre la matière et l'amorce ou entre les différents morceaux, n'empêche pas les explosions successives d'avoir la même violence et les détonations multiples de paraître simultanées. Place-t-on sur le sol une rangée de 4 ou 5 pieds de long, formée de petits blocs de coton-poudre comprimé, il suffit, pour déterminer l'explosion générale, d'enflammer au contact du dernier morceau une petite fusée détonante. On dirait une seule explosion répartissant sa violence d'une manière uniforme sur tout son parcours.

» Les premières expériences tentées pour déterminer les conditions qui

seules peuvent développer avec certitude la force brisante de la poudre-coton, ou, en d'autres termes, pour assurer l'explosion de la matière lorsqu'elle n'est renfermée dans aucune enveloppe, conduisent aux observations suivantes :

» *a*. Si l'on prend du coton-poudre sous la forme de laine ou de fil de carret et que l'on introduise au milieu de la masse une petite charge de fulminate de mercure renfermée dans une enveloppe, on ne remarque pas, au moment de l'explosion du fulminate, la même puissance d'action que l'on eût observée, si le coton-poudre avait été réduit à l'état de masse compacte, dure, homogène; sous la forme enfin où on l'obtient à l'aide de la presse hydraulique. Le coton léger et non tassé est simplement dispersé dans toutes les directions; quelques parties prennent feu accidentellement; mais on remarque que la quantité ainsi dévorée par la combustion est d'autant moindre que la détonation produite par le fulminate est plus violente.

» *b*. Si l'on place au contact immédiat de coton-poudre en laine, ou en fil de carret, une petite masse de coton-poudre comprimée, et qu'on allume cette dernière à l'aide du fulminate de mercure, l'explosion ainsi produite ne se communique pas; le coton non comprimé ne subit qu'une inflammation partielle et est dispersé dans diverses directions. Les choses se passent exactement comme dans l'expérience précédente.

» *c*. Si la détonation de la charge de fulminate que l'on place au contact du coton-poudre comprimé n'est ni assez violente ni assez brusque pour déterminer l'explosion, la masse solide est simplement broyée par le choc, et les fragments sont dispersés par la force. Si l'importance de la détonation dépasse sensiblement la limite à laquelle se produit la désagrégation de la masse, il n'y a point d'inflammation. Si, au contraire, la détonation est relativement faible, quelques portions de coton-poudre comprimé s'enflamment au moment de la dispersion des fragments.

» *d*. Les substances explosibles qui détonent avec moins de vivacité que le fulminate de mercure, et qui sont, par suite, moins susceptibles d'une action instantanée, ne sauraient déterminer l'explosion violente de la poudre-coton à l'état de liberté, quand bien même on emploirait la matière détonante en quantités relativement considérables. C'est ainsi que la composition ordinaire des capsules, mélange de fulminate de mercure et de chlorate de potasse, ne peut donner de bons résultats qu'à la condition d'employer beaucoup plus de matière fulminante qu'il n'en faudrait en opérant avec le fulminate de mercure à l'état de pureté. Beaucoup d'autres mélanges détonants, dont l'explosion est moins vive et moins rapide encore,

ont été essayés sans succès, même en les employant en quantités considérables. Citons parmi ces agents chimiques, à l'aide desquels on cherche vainement à faire détoner le coton-poudre à l'air libre, les préparations fulminantes que l'on obtient en mélangeant le plus parfaitement possible avec le chlorate de potasse le ferrocyanure et le ferricyanure de potassium, le sulfure d'atimoine ou le ferrocyanure de plomb, et le picrate de potasse.

» *e*. La quantité de fulminate de mercure dont on est obligé de charger l'amorce pour produire à l'air libre la détonation du coton-poudre dépend aussi de la solidité de l'enveloppe; car de la résistance de celle-ci résulte une accumulation de force qui augmente d'autant la vivacité de la détonation. Ainsi il faut de 1 à 2 grammes (de 20 à 30 grains), si le fulminate est renfermé dans une enveloppe de bois ou de papier enroulé, tandis qu'il suffit de $0^{gr},32$ (5 grains) si l'enveloppe est en papier métallique mince.

» *f*. Il est presque superflu de dire que la distance à laquelle on doit placer l'amorce détonante qui détermine l'explosion de la poudre-coton dépend aussi de la puissance de la détonation que l'amorce renferme en elle-même. Ainsi, en opérant sur $0^{gr},35$ (5 grains) de fulminate de mercure renfermés dans une enveloppe métallique, il faut placer cette amorce au contact immédiat du coton-poudre pour obtenir à l'air libre l'explosion de la matière; tandis que $1^{gr},33$ (20 grains) employés de la même manière produisent un résultat identique, même en plaçant l'amorce à la distance de $0^{po},5$ de la surface du coton-poudre.

» V. Ces faits semblent indiquer que c'est l'action mécanique produite par la détonation de l'amorce qui est la cause réelle de l'explosion à l'air libre du coton-poudre ou de la nitroglycérine; au moins démontrent-ils d'une manière péremptoire que l'explosion n'est pas uniquement due à l'action directe de la chaleur développée par le fulminate. En effet, si cette dernière cause suffisait à elle seule, les mélanges détonants tels que la composition des capsules et autres, dont la combustion dégage beaucoup plus de chaleur que celle du fulminate de mercure à l'état de pureté, ne manqueraient pas de produire l'explosion à l'air libre avec plus de facilité que ce dernier; ces mélanges devraient même agir d'autant plus facilement que les quantités employées seraient plus considérables : nous venons de voir qu'il n'en est rien. De plus, le coton-poudre devrait faire explosion bien plus volontiers à l'état floconneux ou en masses peu serrées que sous la forme compacte dont il est revêtu par une forte pression, car le premier état est plus favorable que le second à la perméabilité de la chaleur et à la rapidité de

son action : cependant, là encore nous observons le contraire. Enfin, puisque la nitroglycérine a pu, à l'aide de certaines précautions, supporter sans faire explosion la chaleur de 193 degrés C. (380 degrés F.), tandis que le coton-poudre s'enflamme à la température de 150 degrés, la chaleur effective de l'amorce détonante, indispensable pour provoquer l'explosion, devrait donc être notablement plus élevée pour la nitroglycérine que pour le coton-poudre. L'expérience démontre précisément le contraire. Il suffit, pour produire l'explosion de la nitroglycérine à l'air libre, d'une dose beaucoup plus faible de fulminate de mercure (un cinquième environ) que celle que requiert le coton-poudre. Bien plus, une certaine quantité de mélange *à capsule* renfermée dans une envelope suffit pout faire détoner la nitroglycérine, tandis que la même quantité de *fulminate pur* est tout à fait incapable de faire détoner le coton-poudre.

» VI. Comment ne pas voir, après des preuves si convaincantes, que l'action directe de la chaleur développée par l'amorce n'entre pour rien dans la violence des effets détonants de la nitroglycérine et du coton-poudre?

» Les faits suivants paraissent justifier ces appréciations :

» *a*. Un agent chimique moins soudain et moins violent dans ses effets que le fulminate de mercure ne saurait déterminer l'explosion du coton-poudre à l'état libre. Ainsi des mélanges détonants, tels que la composition pour capsules, le mélange de chlorate et de picrate de potasse, et d'autres composés qui, sous le rapport de la puissance explosive, semblent marcher de pair avec le fulminate de mercure, ne parviennent pas à produire l'explosion du coton-poudre à l'air libre. C'est en vain qu'on les renferme dans une enveloppe; c'est en vain que l'on opère sur des quantités décuples de celle qui serait nécessaire en employant le fulminate de mercure : tous les efforts échouent.

» *b*. D'un autre côté, la nitroglycérine qui, sous l'action d'un choc, détone bien plus facilement que le coton-poudre, peut faire explosion sous l'action d'une matière détonante moins violente que le fulminate. On obtient un succès complet en opérant avec la composition pour capsules, et il suffit d'en employer la *moitié* environ de ce qu'il faudrait au minimum de *fulminate pur* pour obtenir l'explosion du coton-poudre dans les mêmes conditions.

» *c*. Si l'on augmente la vivacité détonante du fulminate de mercure en l'enfermant dans une enveloppe très-persistante, il suffit, pour produire la détonation du coton-poudre, d'employer une quantité bien moindre que

si le fulminate était à l'air libre ou entouré d'une enveloppe qui n'offrirait qu'une faible résistance initiale.

» *d*. Lorsque le coton-poudre est soumis à une action détonante, les conditions de son état moléculaire exercent une influence matérielle sur le résultat obtenu. Il faut, pour faciliter l'explosion, que la matière soit sous forme de masse compacte et très-dense de manière à offrir une grande résistance au déplacement moléculaire.

» VII. On peut citer cependant certains faits constatés et quelques résultats d'expériences spécialement faites pour élucider ces points, qui ne semblent pas être en harmonie avec l'hypothèse qui attribue *simplement* la détonation de la nitroglycérine et du coton-poudre, dans les conditions ci-dessus indiquées, *à la vivacité* avec laquelle la force mécanique se développe et agit. Voici quelques-uns des faits les plus importants qui se rattachent à cet ordre d'idées.

» *a*. En voyant que certains corps dont la détonation est moins soudaine que celle du fulminate de mercure sont incapables de déterminer l'explosion du coton-poudre, que ce dernier fait détoner sans difficulté, on serait en droit de supposer que le fulminate d'argent, dont la détonation, produite dans les mêmes conditions, est plus soudaine que celle du fulminate de mercure, doit faire détoner la poudre-coton avec plus de facilité encore. On est par conséquent porté à supposer que, pour produire des résultats identiques, il doit falloir moins de fulminate d'argent que de fulminate de mercure. Les faits ne justifient pas cette prévision. L'effet du premier corps équivaut à celui du second, mais ne lui est aucunement supérieur. La quantité minima de fulminate de mercure nécessaire pour faire détoner le coton-poudre est $0^{gr},324$ (5 grains), et encore deux précautions sont-elles nécessaires : on doit renfermer le fulminate dans une feuille de métal (fer-blanc), et placer l'amorce ainsi préparée immédiatement au contact du coton-poudre. La même quantité de fulminate d'argent, renfermée dans une feuille de clinquant, donne bien lieu, il est vrai, à une détonation aussi sèche que la précédente, malgré la différence d'épaisseur de l'enveloppe; mais le coton-poudre ne fait pas explosion, même alors qu'il touche l'amorce et la recouvre de tous côtés. Il y a seulement déchirement de la masse et dispersion des fragments. Mais, si l'on enferme $0^{gr},3$ de fulminate d'argent dans une capsule de fer-blanc, le coton-poudre fait explosion.

» *b*. On a fait des expériences sur l'iodure d'azote, qui est, de toutes les matières explosibles connues, l'une des plus sensibles et semble aussi

être une des plus violentes dans ses effets. Au point de vue de la vivacité de la détonation, l'impressionnabilité du fulminate d'argent n'approche point de celle de l'iodure d'azote; encore moins est-elle comparable à celle du chlorure d'azote, quoique sous le rapport de l'effet mécanique, c'est-à-dire au point de vue de l'action destructive locale, les deux composés de l'azote soient infiniment moins redoutables que le fulminate d'argent employé dans les mêmes conditions.

» On a fait de nombreuses tentatives infructueuses pour faire détoner le coton-poudre sous l'action de l'iodure d'azote. On a placé d'abord, avec précaution, sur le coton-poudre comprimé, des disques d'iodure d'azote du poids de $0^{gr},20$ à $0^{gr},35$. Ces disques étaient parfaitement desséchés et reposaient sur du papier ou sur des feuilles de carton très-mince. On mit le feu en touchant l'iodure avec l'extrémité d'une longue baguette. L'explosion de l'amorce désagrégea plus ou moins la masse du coton-poudre, mais ne le fit point détoner. Comme l'on avait constaté, qu'en renfermant l'iodure dans une enveloppe on augmentait notablement la violence de l'explosion, on prépara de petits projectiles creux et on les chargea avec la matière explosible. Dans une petite coupe de plâtre de Paris, on enfermait 1 gramme environ d'iodure d'azote encore humide, puis on enveloppait le tout dans une masse sphérique de même plâtre, de telle sorte que l'iodure d'azote se trouvait enveloppé dans une écorce solide dont la paroi avait environ $0^{po},3$ d'épaisseur.

» Ces préparatifs terminés, on laissa tomber les petits projectiles d'une hauteur variant de 4 à 20 pieds sur des blocs de coton-poudre comprimé. L'iodure détona, mais ne produisit point d'autre effet que de désagréger les masses sur lesquelles il faisait explosion.

» On remplit ensuite de 1 gramme d'iodure d'azote encore humide des tubes de cuivre courts et épais, ouverts à l'une de leurs extrémités, et on les ferma avec de solides tampons de plâtre ou de papier buvard. Lorsque l'iodure se fut entièrement débarrassé de son humidité au travers des pores des tampons, on déposa avec précaution les cylindres chargés sur des disques de poudre-coton comprimée qui se trouvaient eux-mêmes placés précisément au-dessous de tubes de fer verticaux de 20 pieds de hauteur. On laissa tomber un poids dans l'intérieur de ces tubes. Sous le choc, les cylindres de cuivre firent violemment explosion, et leurs débris furent projetés de tous côtés, mais le coton-poudre ne fit pas explosion. Le même résultat négatif se reproduisit à plusieurs reprises, bien que l'on eût porté la charge des cylindres jusqu'à $1^{gr},5$ de matière détonante.

» On aggloméra à l'état humide $6^{gr},5$ (100 grains) d'iodure d'azote et on

l'amoncela en un petit tas à la surface supérieure d'un disque de coton-poudre comprimé de $1^{po},25$ de diamètre.

» Au bout de cinq jours, on fit détoner l'iodure. La détonation ne détermina pas l'explosion du coton-poudre, mais, comme dans le premier cas, le disque fut refoulé contre le fond de la capsule de cuivre de telle manière qu'il s'y moula et prit toutes les empreintes des rugosités. Et cependant le coton-poudre était parfaitement sec, on s'en assura. L'expérience prouvait de la façon la plus évidente l'impossibilité d'obtenir l'explosion du coton-poudre, même en employant la quantité relativement considérable de $6^{gr},5$ d'iodure d'azote.

» *c*. Les expériences qui suivirent eurent pour objet de comparer, au point de vue de la propriété de faire détoner le coton-poudre, le chlorure d'azote et les autres matières explosibles déjà citées. On plaça d'abord sur un verre de montre $0^{gr},65$ de chlorure (1), que l'on recouvrit d'une pellicule d'eau mince. Le verre de montre était placé sur un disque de coton-poudre qui reposait lui-même sur le sol. On fit détoner le chlorure d'azote à l'aide d'une longue baguette mouillée de térébenthine, à l'une de ses extrémités. Le verre fut brisé en mille pièces, mais le coton-poudre ne subit qu'une désagrégation moléculaire de peu d'étendue. Un gramme de chlorure (15,4 grains) employé dans les mêmes conditions ne détermina point davantage l'explosion ; la désagrégation moléculaire fut seulement beaucoup plus considérable. Deux grammes (31 grains), employés pareillement, n'eurent pas plus de succès, seulement le disque de coton-poudre fut complétement broyé et les morceaux dispersés dans toutes les directions. La même quantité de chlorure enflammée à l'air libre, sans pellicule d'eau, brisa en petits morceaux le verre de montre qui la contenait, mais elle produisit si peu d'effet sur le coton-poudre, que le disque ne fut même pas déplacé par l'explosion. On revint enfin aux conditions premières, c'est-à-dire à l'emploi d'une petite couche d'eau et l'on opéra sur $3^{gr},25$ (50 grains) de chlorure ; cette fois le coton-poudre fit exploision sous l'action de la détonation du liquide.

» On recommença cette dernière expérience avec une quantité de chlorure que l'on jugea être la même que la précédente ; mais, contrairement aux prévisions, le coton-poudre ne fit pas explosion ; il fut simplement désagrégé et éparpillé ; le résultat fut absolument semblable à celui que l'on

(1) Les poids de chlorure d'azote employé ont été estimés approximativement en déterminant les poids des volumes égaux d'un liquide possédant la même densité.

avait obtenu, en opérant sur une quantité de fulminate de mercure légèrement inférieure à celle qui est nécessaire pour déterminer sûrement l'explosion du coton-poudre. Il paraît donc naturel d'admettre que $3^{gr},25$ de chlorure d'azote recouverts d'eau représentent à peu près la quantité minima qui suffit à produire le même effet que $0^{gr},32$ de fulminate de mercure renfermé dans une enveloppe métallique.

» Les expériences précédentes ne confirment pas l'opinion qui attribue à l'*instantanéité* ou à la vivacité de la détonation le pouvoir de favoriser, indépendamment de toute autre cause, le développement à l'air libre de la force explosive du coton-poudre. Le fulminate d'argent détone plus vivement que le fulminate de mercure: cependant on n'a pas constaté qu'il fallût pour provoquer l'explosion du coton-poudre une moins grande quantité du premier fulminate que du second. L'explosion de l'iodure ou du chlorure d'azote est certainement plus soudaine que celle de l'un des deux fulminates, employés à l'air libre. Et cependant on n'a pas réussi à faire détoner le coton-poudre avec $6^{gr},5$ d'iodure placés au contact; de plus, ce n'est qu'avec $3^{gr},24$ de chlorure recouvert d'eau que l'on a pu obtenir le résultat que donnent facilement $0^{gr},32$ de l'un des deux fulminates renfermés dans une enveloppe, ou 2 grammes de fulminate de mercure enflammé à l'air libre.

» VIII. Nous avons observé, néanmoins, au milieu de beaucoup d'expériences relatées dans ce Mémoire, quelques effets curieux qui présentaient l'apparence de véritables anomalies. On est naturellement conduit à rechercher si, dans la commotion ou, si l'on veut, dans la vibration puissante que produisent certaines détonations, il n'y aurait pas quelque chose de particulier, quelque action spéciale, distincte de la force mécanique produite par l'explosion, et dont le rôle consisterait à provoquer dans un corps détonant, placé à proximité, une décomposition moléculaire instantanée, qui est accompagnée du phénomène de l'explosion.

» Les résultats obtenus en essayant de faire détoner le coton-poudre au moyen de la nitroglycérine, me semblent donner la consécration des faits aux idées qui se sont présentées fréquemment à mon esprit, lorsque je réfléchissais à plusieurs des expériences relatées dans le cours de ce Rapport. Ainsi, une explosion ou une détonation d'une certaine nature peut, en vertu d'une force particulière, provoquer, au moment où elle se produit, l'explosion également violente de masses distinctes de la même matière ou même d'autres matières explosibles placées à proximité. Cette force est peut-être

tout à fait indépendante de l'action directe de la force mécanique développée par l'explosion dont elle ne serait que l'auxiliaire. Certaines vibrations musicales déterminent des vibrations synchrones dans quelques corps et sont sans action sur d'autres. On peut provoquer la décomposition chimique de substances en leur faisant intercepter certaines ondes lumineuses. Il paraît que certaines explosions sont, à leur tour, accompagnées de vibrations assez puissantes pour troubler l'équilibre chimique de quelques corps en déterminant instantanément leur désagrégation moléculaire, tandis que d'autres explosions, tout en développant une force mécanique au moins égale ou supérieure, ne produisent aucun résultat.

» La force mécanique que développe l'explosion de $2^{gr},23$ (50 grains) de chlorure d'azote dépasse de beaucoup celle que fait naître la détonation de $0^{gr},32$ (5 grains) d'un fulminate quelconque enfermé dans une enveloppe solide. Et cependant, il faut employer les deux matières aux doses que nous venons de rappeler pour produire sur le coton-poudre des actions équivalentes. Pour obtenir le résultat voulu avec le chlorure d'azote, il est donc nécessaire d'augmenter beaucoup sa force mécanique, attendu qu'avec lui, cette force particulière que développe l'explosion du fulminate est beaucoup trop faible ou même fait complétement défaut.

» De même, la nitroglycérine dont l'explosion développe une force au moins égale à celle du fulminate détonant dans une enveloppe, est incapable de déterminer l'explosion du coton-poudre, à dose soixante-cinq fois plus considérable même que la dose de fulminate d'argent ou de fulminate de mercure qui produit à coup sûr la détonation. Ces faits ne semblent-ils pas démontrer qu'il existe une différence fondamentale dans le caractère des commotions, ou, si l'on veut, des vibrations produites par l'explosion des deux substances ?

» IX. Voici, à mon avis, du moins, l'explication la plus satisfaisante de ces différences extraordinaires que l'on remarque dans la manière de se comporter des différentes matières explosibles. Une explosion donnée est toujours accompagnée de vibrations : s'il y a synchronisme entre ces vibrations et celles que produirait, en détonant, un corps placé à proximité, qui se trouve dans un haut état de tension chimique, il résulte de cette corrélation que, dans ce dernier corps, les vibrations ont une tendance naturelle à se produire. C'est là la cause qui détermine l'explosion ou, si l'on veut, qui facilite, dans une certaine mesure, l'action perturbatrice et subite de la force mécanique. Si les vibrations, au contraire, sont d'un caractère dif-

férent, la force mécanique due à l'explosion du premier corps ne trouve dans le second qu'un auxiliaire faible ou inerte; on est obligé alors, pour provoquer l'explosion de ce dernier, d'employer le premier en proportions bien plus considérables, c'est-à-dire de s'assurer de prime abord une détonation beaucoup plus puissante.

» On aurait tort, d'après cela, d'être surpris en voyant l'explosion violente de certaines substances, telles que le coton-poudre et la nitroglycérine, se communiquer sans intervalle de temps appréciable à d'autres masses parfaitement séparées les unes des autres. Il n'est pas rare de voir se produire, avec toute l'apparence de la simultanéité, plusieurs explosions de masses de la même substance explosible, séparées et parfois très-distantes entre elles. Ainsi, dans la fabrication de la poudre, il est souvent arrivé, pendant le travail sous les meules, que plusieurs bâtiments séparés fassent simultanément explosion. Dans ce cas, c'est aux vibrations destructives produites par l'explosion initiale et communiquée avec rapidité aux masses contiguës de même composition chimique qu'il semble le plus naturel d'attribuer la simultanéité des explosions, bien plutôt qu'à l'action de la chaleur et de la force mécanique développée par la détonation initiale. Je n'ai point la prétention, en donnant cette explication, d'être le promoteur d'une idée nouvelle; mon but est simplement d'apporter, à l'appui d'une opinion qui a été déjà soutenue, le témoignage de faits consciencieusement étudiés.

» L'action subite d'une force mécanique, en quantité relativement très-faible, produit la décomposition violente de la nitroglycérine. Aussi, cette substance, qui ne peut, même à fortes charges, faire détoner le coton-poudre, détone très-facilement sous l'action de ce dernier. Il n'a pas été possible de déterminer la limite inférieure de la quantité de coton-poudre qui rend le résultat certain; il aurait fallu placer le coton-poudre presque au contact du liquide, et la charge de fulminate nécessaire pour faire détoner le coton-poudre aurait alors été plus que suffisante pour déterminer l'explosion de la nitroglycérine.

» X. Le coton-poudre faisant explosion, à l'air libre, sous l'influence d'une détonation, exerce une action destructive plus violente que si, en vase clos, on l'enflamme par la simple action de la chaleur. On a trouvé d'abondantes preuves du fait en opérant contre des roches diverses, et en comparant entre eux les effets destructifs produits par des charges placées sous l'eau. Avec des charges de coton-poudre logées dans des trous de mine

et enflammées au moyen de fusées détonantes, placées soit à l'intérieur des charges, soit au-dessous de leur surface, on obtient de très-grands effets de déchirement et de brisement sur des rocs durs et sur du bois, alors même que les trous de mine restent entièrement ouverts, ou sont seulement remplis de sable, de terre ou de poussière de roc non tassés. Si, au contraire, on enflamme avec des fusées ordinaires, les mêmes charges, placées dans les mêmes positions par rapport au roc, emprisonnées même par un bourrage qui ferme hermétiquement les trous de mine sur une grande épaisseur, celles-ci ne produisent que des résultats relativement bien moindres.

» Une Commission, chargée par le Gouvernement de s'occuper des obstacles flottants, a réalisé à Chatham tout un programme d'expériences, dont le but était de comparer entre elles les forces destructives de la poudre ordinaire et de la poudre-coton. Les charges étaient placées à côté de *targets* (1) submergées, et on faisait varier, d'après une loi déterminée, la force de l'enveloppe qui contenait l'une ou l'autre poudre, la profondeur de l'immersion au-dessous de la surface de l'eau, et la distance de l'obstacle.

» Des résultats obtenus, on peut conclure avec certitude que le coton-poudre renfermé dans une enveloppe suffisamment résistante pour développer toute la force explosive dont il est capable (et enflammée de la manière ordinaire) produit un effet destructif égal à celui que produirait une quantité environ cinq fois plus grande de poudre ordinaire.

» Tout récemment, quelques autres expériences ont été faites, comme complément des précédentes, avec des charges de coton-poudre renfermées dans des enveloppes de métal mince et enflammées à l'aide de fusées détonantes; dans ce cas on a trouvé que l'action exercée contre des *targets* verticales, placées à des distances considérables des charges, était de dix à douze fois plus grande que celle de la poudre ordinaire. Transmise à travers l'eau à une grande distance, la commotion résultant de faibles charges (2 à 3 livres) de coton-poudre donnait, par suite de cette nouvelle disposition, des résultats de beaucoup plus efficaces que ceux de charges de 20 à 25 livres de poudre ordinaire.

» Dans une série de travaux de mine que j'ai faits récemment à Allenheads avec le concours de M. Sopwith, nous opérions sur du roc dur, et les crevasses produites, les éclats détachés étaient bien plus considérables

(1) *Target* signifie un mur en bois, recouvert ou non d'une plaque de fonte, et qui sert pour le tir à la cible.

lorsqu'on enflammait le coton-poudre par détonation que lorsqu'on employait les moyens ordinaires. Avec ce dernier genre d'inflammation, les déplacements de masses et les projections de débris sont beaucoup moindres qu'avec le premier. De plus, si l'on opère dans un sol relativement mou et compressible comme du roc très-friable, de la craie ou de la pierre à chaux, le travail de déplacement produit est beaucoup moindre, lorsqu'on enflamme le coton-poudre par détonation, que lorsqu'on emploie les moyens ordinaires. Lorsque le coton-poudre fait explosion au milieu de ces matériaux, la force qui agit presque instantanément commence par désagréger et comprimer les masses environnantes, et se trouve, en grande partie, absorbée, quand arrive le moment où le mouvement pourrait se communiquer dans le sol au travers d'une masse considérable.

» XI. On trouve une autre preuve de la différence que présente, au point de vue de la rapidité, l'explosion de coton-poudre, suivant qu'elle est produite par une détonation ou par la simple application de la chaleur, dans la différence de phénomènes lumineux qui ont lieu dans les deux cas. La simple combustion est accompagnée d'un grand jet de flamme, dû à l'inflammation de l'oxyde de carbone, tandis qu'avec la détonation, il ne se produit qu'une lueur de courte durée, qu'il est difficile d'observer en plein jour, si l'on opère sur de petites quantités. Il semble que la transformation des corps solides en gaz soit trop soudaine pour que les gaz combustibles produits puissent s'enflammer.

» On sait que, pour assurer le succès d'une mine ordinaire, il est indispensable que la charge de poudre ordinaire ou de coton-poudre soit emprisonnée dans un trou, et que ce trou soit hermétiquement fermé au moyen d'un bourrage fait avec du roc pilé, de la terre ou d'autres matériaux compressibles, tassés avec force sur une longeur plus grande que la ligne de moindre résistance offerte à l'action de la charge. Au contraire, en enflammant, par détonation, une charge de coton-poudre, toutes ces précautions deviennent inutiles; l'effet destructif obtenu, en laissant le trou ouvert, n'est pas inférieur à celui que produirait la même charge emprisonnée : on peut donc supprimer complétement l'opération la plus dangereuse du travail des mines.

» De même, grâce à ce mode d'inflammation, il n'est plus nécessaire, pour opérer sous l'eau, de renfermer les charges de matières explosibles dans des enveloppes métalliques résistantes, et par suite incommodes, comme on a été obligé de le faire jusqu'à ce jour pour assurer le développement de

la force explosive. En renfermant une charge de coton-poudre dans un sac imperméable ou un vase de verre mince, et mettant le feu par détonation, on obtient un effet destructif plus considérable que celui que donnerait la même charge renfermée dans une forte enveloppe de fer et allumée par la simple action d'un corps enflammé. De petites quantités de coton-poudre, simplement posées sur la surface supérieure d'énormes blocs des rocs les les plus durs, ou bien introduites librement dans leurs cavités naturelles, ou bien encore insérées dans des trous pratiqués dans des pièces de fonte de grandes dimensions, ont suffi pour briser les uns et les autres, aussi complétement que si l'on avait enfermé les mêmes charges dans le centre de la masse et qu'on les eût emflammées à la manière ordinaire.

» Enfin, la certitude, la facilité et la rapidité avec lesquelles on peut exécuter d'importants travaux militaires de destruction au moyen de coton-poudre enflammé par détonation ne sont pas les moindres avantages que l'on accorde maintenant à cette intéressante et remarquable matière explosible. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la constitution physique du Soleil.* — Extrait d'une Lettre de **M. Lockyer** à M. Dumas (1).

« ..... J'ai observé, une heure après que vous m'avez quitté, le jour même de votre départ de Londres, des faits que vous trouverez, je pense, assez intéressants pour les présenter à l'Académie des Sciences. Je ferai en même temps quelques remarques sur des observations du P. Secchi publiées dans les *Comptes rendus;* ces observations soulèvent des difficultés qu'il importe d'éclaircir au plus tôt.

» Depuis la publication de ma Note à la Société Royale, j'ai vu que les injections de vapeur de magnésium, etc., dans la chromosphère, que j'avais observées dès le mois de février dernier, ont été reconnues plus tard par le P. Secchi (*Comptes rendus*, 31 mai). Mes dernières observations montrent que les phénomènes de tranquillité ou de trouble dans les couches supérieures de la photosphère finiront par acquérir une importance extrême.

» Les résultats que j'ai obtenus pendant le mois de mars peuvent se résumer de la manière suivante :

(1) L'Académie a décidé que cet Extrait, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait inséré en entier au *Compte rendu.*

» I. Sous certaines conditions, les lignes C et F peuvent être observées *brillantes sur le Soleil* et même dans le spectre des taches, tout aussi bien que dans les proéminences ou dans la chromosphère.

» II. Sous certaines conditions, les lignes correspondantes de Frauenhofer ne sont vues ni comme lignes brillantes ni comme lignes noires : elles sont totalement effacées.

» III. Les changements de réfrangibilité des lignes en question montrent que les matières absorbantes se meuvent vers le haut ou vers le bas par rapport aux matières rayonnantes, et que ces mouvements peuvent être déterminés avec une grande exactitude.

» IV. Les lignes brillantes du spectre ordinaire sont quelquefois interrompues par le spectre des taches, c'est-à-dire qu'elles ne sont visibles que près et en dehors des taches.

» V. Les lignes C et F varient considérablement en épaisseur sur une tache et dans son voisinage. Le 11 mars, elles étaient, dans la partie la plus profonde de la tache, beaucoup plus larges que de coutume.

» VI. Les étoiles dans le spectre desquelles les lignes d'absorption de l'hydrogène sont absentes peuvent, ou bien avoir leur lumière chromosphérique exactement balancée par la lumière absorbée par la chromosphère sur le disque, ou bien elles peuvent se trouver dans la condition indiquée ci-dessus (II) soit absolument, soit en moyenne.

» En étudiant la ligne F, j'ai observé, le 27 avril :

» I. Que souvent elle s'arrête court à une petite tache, en s'élargissant avant de disparaître.

» II. Qu'elle était invisible dans une facule entre deux petites taches.

» III. *Qu'elle se transforme en une ligne brillante, et devient deux ou trois fois plus large sur les deux côtés à la fois* DANS DE TRÈS-PETITES TACHES.

» IV. Je l'ai vue une fois devenir brillante *près* d'une tache et s'élargir des deux côtés en la traversant.

» V. Elle s'élargit très-souvent près d'une tache, quelquefois considérablement, du côté le moins réfrangible.

» VI. Une fois elle s'est étendue en ligne brillante, sans aucun élargissement, sur une petite tache.

» VII. Une fois elle prit cette apparence : [figure] avec une partie brillante.

» VIII. J'ai observé dans cette ligne tous les degrés possibles d'obscurité.

» IX. Lorsque la ligne brillante et la ligne noire se trouvaient côte à côte, la dernière était toujours la moins réfrangible.

» Depuis cette époque jusqu'à ce jour, mes observations peuvent se résumer ainsi :

» I. Les vitesses extrêmes observées jusqu'à présent dans la chromosphère ont été :

Mouvement vertical..................	40	milles par seconde.
Mouvement horizontal ou de cyclone...	120	id.

» II. J'ai observé soigneusement la chromosphère, lorsque des taches se trouvaient près du limbe. Les taches ont été quelquefois accompagnées de proéminences, d'autres fois elles n'en étaient pas accompagnées. Ces observations montrent que l'on peut avoir dans les mêmes régions des proéminences sans taches, ou des taches sans proéminences. Mais je ne dis pas qu'une tache n'est pas accompagnée par une proéminence à quelque époque de son existence, ou qu'elle ne résulte pas de quelque action qui, dans le plus grand nombre des cas, est accompagnée par une proéminence.

» III. Quelquefois, lorsqu'on voit une proéminence brillante sur le Soleil lui-même, la ligne brillante F varie considérablement à la fois en épaisseur et en éclat dans l'épaisseur de la ligne noire. L'apparence est exactement comme si l'on regardait la proéminence à travers une grille.

» IV. Les proéminences brillantes, lorsqu'on les voit au-dessus des taches et qu'elles contiennent d'autres substances que l'hydrogène, sont indiquées par les lignes brillantes de ces substances ajoutées à celles de l'hydrogène. Les lignes brillantes sont alors vues très-minces et situées centralement (ou à peu près) sur les larges bandes d'absorption produites par les vapeurs *inférieures moins lumineuses* de ces mêmes substances.

» V. Je suis enfin parvenu à déterminer une ligne d'absorption correspondant à la ligne orange dans la chromosphère. Le P. Secchi dit (*Comptes rendus*, 1869, 1er semestre, p. 358) en avoir trouvé une beaucoup plus claire que le reste du spectre. Mes observations sembleraient indiquer qu'il a observé une véritable ligne brillante, moins réfrangible que la raie en question, laquelle ligne brillante est quelquefois très-éclatante.

» Il faut des conditions atmosphériques excellentes pour voir cette raie d'absorption dans le spectre solaire ordinaire. On la voit mieux dans le spectre d'une tache quand la tache est partiellement couverte par une proéminence brillante.

» VI. Dans le voisinage des taches, la raie brillante F est quelquefois ob-

servée considérablement élargie dans plusieurs endroits, comme si le spectroscope analysait des injections d'hydrogène à grande pression dans des régions très-limitées de la chromosphère.

» VII. L'éclat des lignes lumineuses visibles dans le spectre ordinaire est extrêmement variable. J'ai découvert l'une d'elles dans la chromosphère à la division 1871,5 et une autre à la division 1529,5 de l'échelle de Kirchhoff, au même moment où elles étaient brillantes dans le spectre ordinaire.

» VIII. Des altérations dans les longueurs d'onde ont été découvertes dans les raies du sodium, du magnésium et du fer provenant du spectre d'une tache. Pour cette dernière substance, les lignes où ces altérations ont été constatées n'étaient pas celles qui se montrent quand le fer (si nous admettons qu'elles sont dues au fer seul) est injecté dans la chromosphère.

» IX. Lorsque la chromosphère est observée avec une fente tangentielle, la ligne brillante F montre, près du limbe du Soleil, des traces d'absorption qui diminuent graduellement quand les couches les plus hautes de la chromosphère sont amenées sur la fente, jusqu'à ce que l'absorption s'affaiblisse de plus en plus et disparaisse entièrement. Les lignes d'autres substances ainsi observées ne montrent pas cette absorption.

» X. Tout récemment, j'ai pu découvrir des traces de magnésium et de fer dans la chromosphère par toutes les latitudes possibles. Si cela n'est pas le résultat de la bonne définition récemment obtenue, cela indiquerait un trouble général dans la photosphère à l'approche du maximum de la période des taches. Quoi qu'il en soit, je soupçonne que la chromosphère a perdu quelque chose de sa hauteur.

» Je joins une liste des lignes brillantes dont j'ai déterminé exactement la position dans la chromosphère, avec les dates de leur découverte, en remarquant que, pour les lignes C et F, j'ai été devancé par M. Janssen :

Hydrogène :	
C........................	20 octobre 1868
Près de F.................	20 octobre 1868
D........................	20 décembre 1868
Près de G.................	20 décembre 1868
M........................	14 mars 1869
Sodium :	
D........................	28 février 1869

Barium :

1989,5 (1)		14 mars 1869
2031,2		5 juillet 1869

Magnésium :

G	1, 2, 3, 4	21 février 1869

» Autres raies :

Fer	1474	6 juin 1869
?	1515,5	6 juin 1869
Raie brillante	1529,5	5 juillet 1869
?	1567,5	6 mars 1869
?	1613,8	6 juin 1869
Fer	1867,0	26 juin 1869
Ligne brillante	1871,5	»
Fer	2001,5	»
?	2003,4	»
? Bande ou lignes près de la raie noire très-délicate	2054,0	5 juillet 1869

» J'ai vu encore d'autres raies, à différentes reprises, que je ne mentionnerai pas, parce que je n'ai pas pu déterminer exactement leur position.

» Je ferai remarquer seulement, au sujet de cette liste, qu'en prenant le fer pour exemple, et en admettant que les lignes du fer figurées par Ångström et Kirchhoff sont dues au fer seulement, je n'ai pu déterminer jusqu'à présent que 3 raies (sur le nombre total de 460) dans le spectre des parties inférieures de la chromosphère : fait rempli de promesses à l'égard de nos futures recherches de laboratoire. La même remarque s'applique au magnésium et au barium.

» Nous avons établi, le Dr Frankland et moi, que l'élargissement de la raie du sodium que j'avais observé dans une tache en 1866, et que j'attribuais dès lors à une plus grande absorption, indique bien en effet une plus grande absorption due à un accroissement de pression.

» L'élargissement continu de la raie du sodium dans une tache doit donc être considéré comme fournissant un argument additionnel (s'il en était encore besoin) en faveur de la théorie de la constitution physique du Soleil mise en avant par le Dr Frankland et moi, à savoir : que la chromo-

(1) Je me sers ici de l'échelle de Kirchhoff.

sphère et la photosphère forment la véritable atmosphère du Soleil et que, dans les circonstances ordinaires, l'absorption est continue depuis le sommet de la chromosphère jusqu'au fond de la photosphère, à quelque profondeur de la tache que ce fond puisse être supposé reposer.

» Cette théorie est basée sur toutes nos observations faites depuis 1866 jusqu'au moment où elle fut communiquée à la Société Royale et à l'Académie des Sciences de Paris, et elle a été fortifiée par tous nos travaux postérieurs. Mais plusieurs Communications faites par le P. Secchi à l'Académie des Sciences de Paris et à d'autres corps savants lui sont si opposées et diffèrent tellement de nos propres observations, qu'il est nécessaire que je m'y reporte et que je donne mes raisons pour persister à croire que notre théorie n'est pas en désaccord avec les faits. Je dois établir en même temps que le P. Secchi ne combat pas cette théorie. On supposerait, d'après ses Communications, qu'il n'a eu aucune connaissance des Mémoires que j'ai présentés à la Société Royale.

» Le P. Secchi admet que la chromosphère est souvent séparée de la photosphère et qu'il existe entre elles une couche donnant un spectre continu, couche qu'il considère comme la base de l'atmosphère solaire, et dans laquelle il pense que s'effectue le renversement selon la théorie de Kirchhoff. (*Comptes rendus,* 1869, 1er semestre, p. 583.)

» En ce qui touche la première assertion, je dois dire d'abord que toutes mes observations m'ont conduit à une conclusion contraire. En second lieu, j'ajouterai qu'avec un instrument d'un faible pouvoir dispersif, tel que celui dont se sert le P. Secchi, dans lequel l'élargissement de la raie F à la base de la chromosphère n'est pas nettement indiqué, il est impossible de déterminer, au moyen du spectroscope, si la chromosphère repose sur le Soleil ou non, car la chromosphère est une enveloppe et nous n'agissons pas sur une section. Mais un instrument d'un grand pouvoir dispersif peut parfaitement résoudre la question, car depuis que nous avons démontré, le Dr Frankland et moi, que la raie F s'élargit avec la pression et que la pression croît en approchant du Soleil, la courbure continue de la ligne F indique réellement le spectre d'une section, et si la chromosphère était suspendue effectivement à une certaine distance au-dessus de la photosphère nous ne pourrions pas trouver un élargissement dû à la pression. Or nous voyons toujours cet élargissement.

» En ce qui regarde la seconde assertion, je remarquerai que, s'il existait une couche donnant un spectre continu, je ne comprendrais pas comment on la considérerait comme une région d'absorption élective. Seconde-

ment, mes observations n'ont pas indiqué cette couche, mais depuis plusieurs mois j'ai observé régulièrement des injections de sodium, de magnésium, etc., dans la chromosphère, jusqu'à des hauteurs de 2 secondes à partir du bord du Soleil. Aujourd'hui même j'ai vu une couche basse de barium, dans la chromosphère, de moins de 1 seconde de hauteur. Cela montre, je pense, que mon instrument ne manque pas de délicatesse, et comme je n'ai jamais vu rien qui ressemblât à un spectre continu, quand mon instrument était parfaitement ajusté, je suis porté à attribuer l'observation du P. Secchi à quelque erreur instrumentale. Un tel phénomène pourrait arriver par l'injection locale de particules solides ou liquides dans la chromosphère, si cette injection était possible; mais je n'ai jamais vu une telle injection. Si une telle occurrence pouvait être observée, elle justifierait la partie de la théorie du Dr Frankland et de moi, théorie qui regarde la chromosphère comme la dernière couche de l'atmosphère solaire, et, s'il était possible d'admettre l'observation du P. Secchi, le débat serait résolu en notre faveur.

» Les expériences sur le sodium dont j'ai parlé et l'élargissement des raies dans les spectres des taches indiquent clairement, je pense, que la base de l'atmosphère est au-dessous des taches et non au-dessus. Je ne peux donc pas admettre que les affirmations du P. Secchi soient des arguments définitifs contre une autre partie de la théorie que je viens de rappeler : conclusion que le P. Secchi semble accepter dans d'autres Communications.

» Le P. Secchi remarque aussi que la raie F doit être produite par l'absorption d'autres corps que l'hydrogène, parce qu'elle ne disparaît jamais. Cette conclusion est également contredite par mes observations; car je l'ai vue disparaître très-souvent et être remplacée par une ligne brillante. Ainsi que je l'ai dit à la Société Royale, il y a quelques mois, lorsqu'un violent orage survient, accompagné de rapides élévations et dépressions des proéminences, on voit se former une ligne noire sur le côté le moins réfrangible de la ligne brillante; mais ceci est un phénomène dû au changement de longueur d'onde causé par le mouvement rapide de l'hydrogène.

» En ce qui regarde l'observation des spectres des taches, j'ai trouvé que chaque accroissement du pouvoir dispersif rend les phénomènes plus clairs et en même temps plus simples. L'absorption élective que j'ai découverte en 1866 se présente avec sa forme la plus intéressante, mais sans aucun de ces phénomènes concomitants plus compliqués décrits par le P. Secchi. Je trouve cependant qu'en se servant de trois prismes, la simplicité s'évanouit en grande partie. Nous obtenons des portions du spectre brillant, çà et là, d'un éclat anormal, qui ont donné lieu sans doute aux

assertions de cet observateur distingué; mais les lignes brillantes proprement dites sont aussi variables que dans toute autre partie du disque.

» J'admets complétement que « l'interprétation » des taches du Soleil, à laquelle le P. Secchi (*Comptes rendus*, 1869, 1[re] semestre, p. 764) se réfère, et qui attribue les apparences à tout autre chose qu'une absorption élective plus générale, est erronée; mais, comme je ne suis pas sûr qu'elle ait jamais été proposée, je ne peux que renvoyer à mes Mémoires précédents pour établir mes assertions et à l'adhésion que M. Huggins leur a donnée, lorsqu'ils ont été présentés à la Société Royale il y a trois ans. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Théorie des expériences de Savart sur la forme que prend une veine liquide après s'être heurtée contre un plan circulaire* (suite). Note de **M. J. Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

« Il reste à déduire des formules de (5) à (9) les principales circonstances du mouvement. Je me bornerai aux cas réalisés par Savart, c'est-à-dire à ceux où la différence $v_0 - br_0$ est positive, et où α est compris entre o et 90 degrés, ou un peu supérieur à 90 degrés. D'après (8), l'expression $v - br$ ne s'annulera pas et restera positive. Par suite, d'après (7), z croîtra sans cesse et la nappe ira toujours en descendant, si α est inférieur à 90 degrés, ce qui arrive en général quand la veine est lancée de haut en bas sur le plan circulaire, tandis qu'elle montera un peu, à partir de ce plan, pour descendre ensuite, si la veine est dirigée de bas en haut, cas où α est un peu supérieur à 90 degrés. Enfin, d'après (6), le rayon r croîtra jusqu'à ce que l'arc s ait atteint une valeur

$$(12)\qquad s_1 = \frac{(v_0 - br_0)\sin\alpha}{b},$$

après laquelle il décroîtra et finira par s'annuler. Si l'on appelle s_2 l'arc de méridien décrit depuis le point où finit s_1, c'est-à-dire où la tangente est verticale, jusqu'à celui où r s'annule, on aura, en multipliant (6) par ds, changeant $v dr$ en $d(vr) - r dv$ et intégrant de $s = 0$ à $s = s_1 + s_2$,

$$(13)\qquad s_2^2 = s_1^2 + \frac{2}{b}\left[r_0(v_0 - br_0) + \frac{br_0^2}{2} + \int r\,dv\right];$$

la partie inférieure s_2 du méridien est donc plus longue que la partie supérieure s_1.

» La relation (9) montre dans quel sens la courbe tourne sa concavité. La parenthèse de son second membre a, pour dérivée totale par rapport

au temps, l'expression $-\frac{g(s_1-s)}{\rho^3}\frac{dz}{ds}$; cette parenthèse augmente donc dans la seconde partie du mouvement, où l'on a $s > s_1$, tandis qu'elle diminue dans la première, à partir du moment où dz est > 0, et, comme elle est évidemment positive pour $s = s_1$, il s'ensuit qu'elle l'est dans tout l'intervalle où dz est > 0. Elle est donc tout au plus négative près du plan circulaire, lorsque, α étant supérieur à 90 degrés, dz y est < 0; mais alors la dérivée ci-dessus est positive, et la parenthèse ne peut être négative dans une partie de cet intervalle que si elle l'est pour $t = 0$, c'est-à-dire si l'on a $g\sin\alpha + bv_0\cos\alpha < 0$. Admettons d'abord que cette dernière inégalité ne soit pas satisfaite; alors $\frac{dr}{ds}$ croîtra tant que dz aura le signe $-$, pour décroître ensuite constamment, et le méridien tournera partout sa concavité vers son intérieur : abstraction faite du diamètre du plan circulaire, elle aura la forme d'un cœur pour $\alpha > 90$ degrés, celle à peu près d'une demi-lemniscate pour $\alpha = 90$ degrés, et celle d'une feuille allongée, à bords unis, pour $\alpha < 90$ degrés. Si au contraire l'inégalité est satisfaite, la forme sera encore celle d'un cœur, mais avec un point d'inflexion à sa partie concave, c'est-à-dire que le fond de cette partie tournera sa convexité en bas.

» Il résulte de la formule (6) que la composante horizontale de la vitesse, au point où la nappe se ferme, est en valeur absolue bs_2. Si l'on admet que les molécules continuent en ce moment à marcher du côté opposé avec la vitesse qu'elles ont en arrivant à l'axe, il résultera de la formule (12) que l'arc décrit à partir de ce point jusqu'à celui où la tangente sera de nouveau verticale vaudra cette composante divisée par b, ou s_2. Ainsi l'axe divisera en deux parties d'égale longueur chaque portion de méridien comprise entre deux points où la tangente est verticale.

» Il est clair que toutes ces lois ne peuvent être vérifiées que jusqu'à l'endroit où la nappe se trouble et se dissipe en gouttelettes. Dans les expériences de Savart, cette décomposition arrivait, pour les grandes vitesses, avant que l'arc s_1 fût parcouru, et, pour les plus petites, après que s_2 l'était; toutes les circonstances ont été d'ailleurs celles que la théorie vient d'indiquer.

» Pour achever cette confrontation, il faudrait intégrer l'équation (6), et, après avoir déterminé expérimentalement dans chaque cas b, r_0, v_0, α, comparer les dimensions de la nappe obtenues par le calcul, par exemple le plus grand diamètre et la hauteur totale, aux dimensions observées.

Mais, d'une part, je n'ai pu effectuer par les procédés ordinaires l'intégration de (6) que dans deux cas, qui ne sont pas ceux des expériences de Savart, savoir : 1° celui où $g = 0$, et alors le méridien est une chaînette qui se réduit à une droite pour $\alpha = 90$ degrés; 2° celui où br est constamment très-petit par rapport à ν, et, dans ce cas, le méridien est à fort peu près, pour $\alpha = 90$ degrés, représenté par l'équation

$$r = r_0 + \frac{b}{3}(3s_1 - z)\sqrt{\frac{2z}{g}}.$$

» D'autre part, les mesures prises par Savart ne permettent d'obtenir avec quelque approximation que r_0 et b, et encore faut-il, pour le calcul de la dépense qui entre dans l'expression de b, donner au coefficient de contraction de la veine liquide, au sortir du réservoir d'où elle s'échappe, une valeur telle que la valeur ordinaire 0,62, qui ne convient probablement pas au cas d'orifices très-petits. C'est pourquoi je me contenterai de calculer, dans l'hypothèse $r_0 = 0$ et $\alpha = 90^\circ$, les dimensions d'une nappe fermée, afin de montrer qu'elles sont très-comparables aux dimensions vraies, et qu'il suffirait de connaître α pour obtenir une concordance plus grande.

» L'équation (6), en y faisant $r_0 = 0$, $\alpha = 90$ degrés, et posant

$$(14) \qquad \frac{s}{s_1} = s', \quad \frac{r}{s_1} = r', \quad \frac{z}{s_1} = z', \quad \frac{2g}{b^2 s_1} = c,$$

devient

$$(15) \qquad \left(\sqrt{1 + cz'} - r'\right)\frac{dr'}{ds'} = 1 - s', \quad \text{avec} \quad dz' = +\sqrt{ds'^2 - dr'^2}.$$

» J'intégrerai ces équations de proche en proche, en donnant à s', à partir de zéro, des accroissements successifs $\Delta s'$ égaux à 0,1, et en calculant les accroissements correspondants $\Delta r'$ et $\Delta z'$ de r' et de z', au moyen des formules suivantes, déduites de (15) :

$$(16) \quad \Delta r' = \frac{1 - s'}{\sqrt{1 + cz'} - r'}\Delta s' + \frac{1}{2}\frac{\Delta^2 r'}{\Delta s'^2}\Delta z'^2, \quad \Delta z' = \sqrt{(\Delta s' + \Delta r')(\Delta s' - \Delta r')}.$$

» Le dernier terme de la première de ces formules est du second ordre de petitesse, et a pour objet, en tenant compte de la courbure en chaque point, de ne laisser qu'une erreur de l'ordre de $\Delta s'^3$; on y évaluera chaque fois $\Delta^2 r'$ en prenant la différence de deux $\Delta r'$ consécutifs, calculés sans tenir compte de ce terme, et on y substituera également, à $\Delta z'$, sa valeur approchée au premier ordre de petitesse.

» Entre $s' = 0$ et $s' = 0,1$, les relations (15) deviennent, à très-peu près, $dz' = \sqrt{2cz'}\,ds'$, $dr' = ds'$, et on prendra, pour $s' = 0$, $\Delta r' = \Delta s'$ et $\Delta z' = \frac{c}{2}\Delta s'^2$.

» Le calcul, effectué d'après ces indications, m'a donné les résultats suivants, pour les cas $c = 1$ et $c = 2$.

	$s'=$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2;
$c = 1$	$r'=$	0	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,59	0,68	0,75	0,80	0,82	0,80	0,77;
	$z'=$	0	0,00	0,01	0,02	0,03	0,06	0,09	0,14	0,21	0,30	0,40	0,50	0,59;
$c = 2$	$r'=$	0	0,10	0,20	0,30	0,39	0,48	0,56	0,63	0,68	0,70	0,71	0,70	0,68;
	$z'=$	0	0,00	0,01	0,03	0,06	0,10	0,16	0,23	0,32	0,42	0,52	0,62	0,72;
	$s'=$	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5;
$c = 1$	$r'=$	0,73	0,67	0,61	0,55	0,47	0,40	0,32	0,24	0,18	0,10	0,01	−0,07;	
	$z'=$	0,68	0,77	0,85	0,92	0,99	1,06	1,12	1,18	1,24	1,30	1,36	1,42;	
$c = 2$	$r'=$	0,65	0,62	0,58	0,53	0,48	0,43	0,38	0,32	0,25	0,19	0,12	0,06	−0,01;
	$z'=$	0,81	0,91	1,00	1,09	1,18	1,26	1,34	1,42	1,50	1,58	1,66	1,73	1,80.

» Si l'on appelle d le diamètre, et h la hauteur de la nappe, on déduit de ce tableau et des formules (14) :

$$h = 0,83d, \quad s_1 = 0,61d, \quad d = \frac{3,26g}{b^2} \quad \text{pour } c = 1,$$

et

$$h = 1,25d, \quad s_1 = 0,70d, \quad d = \frac{1,42g}{b^2} \quad \text{pour } c = 2.$$

» En prenant pour unités de longueur et de force le centimètre et le gramme, et en désignant par D et H le diamètre de l'orifice d'où sort la veine, et la hauteur de la colonne liquide qui constitue la charge, le coefficient k^2 de capillarité vaudra pour l'eau 0,15, et on trouvera aisément, si l'on admet pour coefficient de contraction de la veine liquide 0,62, $d = 0,75D^4H$ dans le cas $c = 2$. Appliquons ces formules au premier exemple que cite Savart (§ I, p. 58) : il avait $D = 1,2$, $H = 32$, et il obtint $d = 40$, $h = 45$. Donc, le rapport de h à d valant 1,12, c y était assez voisin de 2 ; par suite, le diamètre aurait dû être assez voisin de $0,75D^4H = 50$. S'il fut trouvé plus petit d'un cinquième environ, c'est sans doute parce que l'angle α, au lieu d'être droit, était sensiblement aigu, ce qui, diminuant d et augmentant h, rendait beaucoup plus grand le rapport de h à d. Mais on voit que les effets de l'action capillaire sont précisément de l'ordre de grandeur de ceux qu'il s'agit d'expliquer, et qu'en donnant à α une valeur convenable, le calcul conduirait à peu près aux dimensions observées. Il faut toutefois remarquer que la résistance de l'air, dont il serait difficile de tenir compte, peut intervenir dans le phénomène et diminuer aussi le diamètre. »

PHYSIQUE. — *Sur la compressibilité des gaz à hautes températures.* Note de **M. P. Blaserna**, communiquée par M. Regnault.

« En 1864, j'ai calculé la compressibilité de l'acide carbonique et de l'air atmosphérique à la température de 100 degrés. En partant des belles expériences de M. Regnault sur la compressibilité de ces gaz à des températures voisines à zéro, et sur leur dilatation sous des pressions différentes, mais constantes pendant chaque opération, j'ai développé deux relations, indépendantes de toute hypothèse, qui m'ont permis de déterminer la compressibilité à 100 degrés et les coefficients de dilatation, dits *à volume constant*, pour les diverses pressions.

» De ce travail, dont un résumé a été inséré dans les *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. V, il résulte :

» 1° Que les déviations de la loi de Mariotte pour l'air à 100 degrés sont insignifiantes, et qu'on doit les admettre en quantité minime seulement, pour expliquer la petite différence que M. Regnault a déterminée d'une façon très-nette entre les coefficients de dilatation de l'air à pression et à volume constants, pour la pression de $0^m,760$;

» 2° Que l'acide carbonique s'écarte de cette loi à 100 degrés beaucoup moins qu'à zéro, mais pourtant d'une quantité très-notable, et supérieure à celle de l'air à zéro.

» Or M. Amagat vient de faire connaître les résultats d'un beau travail expérimental (*Comptes rendus*, 17 mai) sur la compressibilité de l'air, de l'acide carbonique, de l'ammoniaque et de l'acide sulfureux, et il est intéressant de voir que les conclusions auxquelles il arrive sont à peu près les mêmes, pour ce qui concerne l'air et l'acide carbonique. En effet, il trouve qu'en exprimant le volume d'un gaz à la moitié à peu près, la quantité $\frac{pv}{p'v'}$, qui est égale à l'unité, si le gaz suit la loi de Mariotte, prend en moyenne les valeurs suivantes :

Pour l'air...	à 7°,2	1,0010	Pour l'acide carbonique.	à 8°,8	1,0063
	à 98°,0	1,0000		à 98°,3	1,0024

tandis qu'on a, d'après M. Regnault et d'après mes calculs,

Pour l'air. .	à 4°,8	1,00109	Pour l'acide carbonique.	à 3°,3	1,00861
	à 100°,0	1,00011		à 100°,0	1,08329

» L'accord est assez satisfaisant, si l'on tient compte des difficultés expérimentales, et de ce fait que ces nombres ne sont pas rigoureusement com-

parables entre eux, notamment ceux qui se rapportent à l'acide carbonique, parce que l'expérience à basse température de M. Amagat a été faite à une température plus élevée (8°,8) que celle de M. Regnault (3°,3), circonstance qui a dû abaisser le nombre de M. Amagat d'une manière assez notable.

» Il n'y a qu'un seul fait, cité par M. Amagat, et par M. Dubrunfaut (*Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 1262), qui semble être en désaccord avec ces conclusions. C'est l'expérience que M. Regnault a faite en pesant un ballon rempli d'acide carbonique à la température de l'eau bouillante et à la pression ordinaire, puis faisant un vide partiel et pesant de nouveau le ballon avec le gaz raréfié. Or, dans le calcul de cette expérience très-exacte, s'est glissée une petite erreur, qui en a faussé la conclusion. En effet, voici les détails de l'expérience (*Mémoires de l'Académie*, t. XXI, p. 149) :

» Poids du gaz acide carbonique à 100°,01 et à la pression de $755^{mm},65$: $14^{gr},190$; ou à la température, sous 760 millimètres : $14^{gr},2717$.

» Poids de l'acide carbonique à 99°,92 sous la pression de $338^{mm},39$: $6^{gr},3505$; d'où il suit que le poids, pour la température de $100°,01 = 6^{gr},3489$ au lieu de $6^{gr},3549$.

» Le poids calculé d'après la loi de Mariotte, en admettant le nombre ci-dessus pour la pression de 760 millimètres, est $6^{gr},3435$.

» Différence entre le calcul et l'observation : $0^{gr},0056$, dans le sens de la déviation de la loi de Mariotte.

» On voit donc que cette expérience, au lieu de leur être contraire, confirme les autres conclusions.

» Dans ses expériences sur la densité de l'air, M. Regnault a vérifié trois fois par la méthode, des pesées directes, si l'air à zéro suit la loi de Mariotte pour des pressions inférieures à celle de l'atmosphère. En prenant comme point de départ l'air à la pression ordinaire, et en faisant un vide partiel, il a trouvé les différences qui suivent :

Pour la pression de	303,10	différence	0,0059
»	312,35	»	0,0012
»	358,22	»	0,0008

D'où il a conclu que ces différences, tout en étant dans le sens des déviations de la loi, étaient trop petites pour qu'il ne fût pas permis de les attribuer aux erreurs d'observation.

» Si, au contraire, on prend la moyenne de ces différences, on a 0,0026, nombre presque identique au nombre 0,0027, qu'on trouve dans ce cas, d'a-

près ses expériences sur la compressibilité de l'air; ce qui est une nouvelle preuve de l'exactitude et de la précision avec laquelle ces célèbres expériences ont été faites.

» Tant que l'exactitude des divers moyens employés jusqu'ici le permet, on peut donc conclure que toutes ces expériences sont d'accord entre elles, et confirment les prévisions qu'on a émises sur la constitution moléculaire des gaz. »

PHYSIQUE. — *Sur la vitesse moyenne du mouvement de translation des molécules dans les gaz imparfaits*. Note de **M. P. Blaserna**, communiquée par M. Regnault.

« On s'est souvent demandé d'où viennent les déviations de la loi de Mariotte que l'expérience manifeste dans les différents gaz? Je ne pense pas qu'on puisse accepter l'explication que vient d'en donner M. Dubrunfaut (*Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 1262), explication qui tend à mettre ces écarts sur le compte de petites quantités de vapeur aqueuse, existant même dans les gaz les plus parfaitement desséchés. Lorsque Plücker publia ses expériences sur les tubes de Geissler, je réussis à préparer des tubes à azote et à acide carbonique qui ne contenaient plus traces des trois raies brillantes appartenant à l'hydrogène et à la vapeur d'eau. Pour cela, je me servais d'une bonne machine pneumatique ordinaire, je faisais le vide trente ou quarante fois, et je desséchais les gaz par les moyens ordinaires, à la seule condition que les électrodes fussent de platine au lieu d'aluminium, qu'on emploie très-souvent.

» C'est la méthode, indiquée par Rudberg, que M. Regnault et tous les expérimentateurs ont suivie. Si néanmoins il y reste une trace de vapeur d'eau, il me paraît impossible d'admettre qu'elle puisse produire les grands écarts qu'on observe pour les gaz imparfaits.

» J'ai démontré aussi que pour l'air et l'acide carbonique l'état moléculaire ne peut pas être considéré comme résultant uniquement d'attractions ou de répulsions mutuelles, quelle que soit d'ailleurs la loi de ces actions : en effet, un gaz froid et dilaté, puis chauffé et comprimé au même volume, devrait se comporter de la même manière par rapport à sa compressibilité, ce qui est contraire à l'expérience. Et les recherches de M. Amagat viennent de prouver la même chose aussi pour l'ammoniaque et l'acide sulfureux. La théorie mécanique de la chaleur conduit, comme conséquence naturelle, à considérer la chaleur comme résultant des mouvements des

molécules, et à définir un gaz comme un corps dont les molécules s'élancent dans l'espace dans toutes les directions. Or MM. Krönig et Clausius ont démontré que, si l'on suppose ces mouvements progressifs dans les gaz comme rectilignes, on arrive à la loi de Mariotte, et M. Clausius a même développé une formule qui lui a permis de calculer la vitesse moyenne de ces mouvements pour les gaz les mieux connus.

» Les déviations de la loi de Mariotte proviennent alors des attractions qui subsistent encore dans les gaz, et qui ne sont pas autre chose qu'un cas particulier de l'attraction universelle : ces attractions sont plus ou moins faibles selon la masse et les distances moyennes plus ou moins grandes, qui séparent entre elles les molécules gazeuses. C'est l'explication la plus simple qu'on puisse donner du phénomène : c'est celle qui me paraît assez généralement acceptée.

» Cela posé, on peut déterminer les vitesses réelles des molécules dans les gaz imparfaits.

» Supposons un kilogramme de gaz à la température zéro et à une pression initiale p_0, tellement faible que son volume v_0 soit extrêmement grand, de sorte qu'on puisse considérer les attractions comme nulles. En élevant la pression à p, le volume sera v'_0 et on aura

$$\frac{p_0 v_0}{p v'_0} = 1 + \Delta_p,$$

Δ_p étant l'écart de la loi de Mariotte à la pression p. En portant la température à t, la pression étant constante, le volume v'_0 devient v, et l'on a

$$\frac{v}{v'_0} = 1 + \alpha_p t,$$

α_p étant le coefficient de dilatation à pression constante entre 0 et t et pour la pression p.

» En posant

$$\frac{p_0 v_0 \alpha_0}{1 + \Delta_p} = \mathrm{R}_p, \quad \frac{1}{\alpha_p} = a_p,$$

on a

$$(1) \qquad p v = \mathrm{R}_p (a_p + t),$$

formule qui réunit la loi de compressibilité et la loi de dilatation des gaz imparfaits, et dans laquelle R_p et a_p changent avec la pression. Ainsi, on a pour R_p les valeurs suivantes :

	$p =$	0	0,76	1	5	10	15	20 mètres.
Air.	$\mathrm{R}_p =$	29,222	29,325	29,347	29,672	30,007	30,265	30,446
Acide carb.	$\mathrm{R}_p =$	19,239	19,388	19,437	20,417	21,997	23,867	25,915

» Or, d'après M. Clausius, on a aussi

$$pv = \frac{u^2}{3g},$$

g étant l'accélération de la gravité et u la vitesse moyenne du mouvement progressif; donc

$$(2) \qquad u = \sqrt{3 R_p g (\alpha_p + t)},$$

formule qui diffère de celle qui a été donnée par M. Clausius pour les gaz parfaits, en ce que R_p et α_p ne ne sont pas constants, mais fonctions de la pression ou du volume. Elle peut servir pour déterminer la vitesse moyenne des molécules dans les différents gaz. Pour l'air et l'acide carbonique, pour lesquels on a les données expérimentales nécessaires, on a ainsi les vitesses suivantes, exprimées en mètres par seconde :

Pression en mètres.	Air.		Acide carbonique.	
	$t = 4°,8$	$t = 100°$	$t = 3°,3$	$t = 100°$
0	485,1	566,9	393,3	459,7
0,76	484,4	566,9	392,1	459,2
1	484,8	566,9	391,8	459,0
5	483,8	566,9	385,0	456,4
10	482,8	566,9	374,5	452,8
15	482,0	566,9	362,9	449,4
20	481,4	566,9	350,4	446,2

» Les vitesses trouvées pour la pression zéro représentent le cas idéal d'un gaz infiniment raréfié, c'est-à-dire parfait, les attractions étant infiniment petites. On voit que les vitesses diminuent quand la pression augmente, c'est-à-dire quand le volume devient petit, et les attractions sont plus intenses. Pour l'air atmosphérique à 100 degrés, il faut pousser le calcul jusqu'à la deuxième décimale pour trouver des différences, ce qui fait bien voir le degré de perfection que ce gaz atteint à cette température. Il me paraît presque inutile d'avertir que, pour que les nombres donnés pour l'air aient une signification, il ne faut pas considérer l'air comme un mélange des deux gaz, mais comme un seul gaz idéal, dont les molécules ont les propriétés physiques de l'azote et de l'oxygène dans les proportions connues. »

CHIMIE. — *De quelques faits propres à servir à l'histoire du soufre ;* *par* **M. Chevrier.**

« Depuis l'époque où Cavendish parvint à combiner les éléments de l'air atmosphérique, un grand nombre de composés ont été obtenus au moyen

de l'étincelle électrique. On sait même que, sous cette influence, certains gaz, comme l'oxygène, acquièrent une activité toute spéciale.

» On pouvait se demander si la vapeur de soufre, qui, au point de vue chimique, présente, avec l'oxygène, de si nombreuses analogies, ne subirait pas des modifications de même ordre. Les expériences suivantes ont pour but de faire connaître quelques faits nouveaux qui peuvent s'ajouter à l'histoire, déjà si complète, de ce corps.

» J'ai étudié successivement l'action de la vapeur de soufre sur l'oxygène, l'hydrogène, l'azote, le protoxyde et le bioxyde d'azote, l'oxyde de carbone et l'acide carbonique.

» L'appareil dont je me suis servi se compose d'un ballon de verre d'un demi-litre, dont le col est fermé par un bouchon percé de quatre trous, contenant chacun un tube de verre. Dans deux de ces tubes, passe un fil de platine scellé aux extrémités du tube et communiquant avec une bobine Ruhmkorff. Les deux autres sont recourbés et servent, l'une à l'arrivée du gaz, l'autre à la sortie des produits de la réaction.

» On verse dans le ballon 20 ou 25 grammes de soufre pur, puis on y fait passer un courant rapide et prolongé du gaz qui doit réagir. Lorsque le ballon en est complétement rempli, on chauffe le soufre de manière à le volatiliser, et l'on excite l'étincelle, tout en laissant se continuer l'arrivée du gaz, mais seulement bulle à bulle. Ce gaz est contenu dans un grand flacon et chassé au moyen d'un courant d'acide sulfurique qui y tombe d'un vase de Mariotte.

» 1° *Action de l'oxygène.* — L'oxygène et la vapeur de soufre constituent un mélange détonant peu explosif. Le résultat de la combinaison est de l'acide sulfureux. Si l'un des deux gaz ne se trouve dans le ballon qu'en très-faible proportion, l'explosion n'a pas lieu, et la combinaison marche régulièrement.

» Il est très-facile de maintenir la température assez basse pour que le soufre ne s'enflamme pas dans l'oxygène.

» 2° *Hydrogène.* — L'hydrogène et la vapeur de soufre se combinent avec une grande facilité, et donnent de l'hydrogène sulfuré en assez grande abondance.

» 3° *Azote.* — L'azote ne m'a donné aucun résultat. J'ajouterai que je n'opère qu'avec une petite machine, dont l'étincelle n'a pas plus d'un centimètre.

» 4° *Protoxyde et bioxyde d'azote.* — Je me suis d'abord assuré que ces deux gaz sont décomposés par l'étincelle électrique, et que l'oxygène et

une partie de l'azote libres se recombinent ensuite sous la même influence, et produisent des vapeurs nitreuses.

» Mais, en présence de la vapeur de soufre, une partie de l'oxygène de AzO ou AzO^2 passe à l'état d'acide sulfureux, et finalement il se dégage de l'azote, les résidus de protoxyde ou de bioxyde d'azote non décomposés, des vapeurs nitreuses et de l'acide sulfureux.

» Si le tube à dégagement débouche dans un récipient sec et refroidi simplement par de l'eau fraîche, il s'y condense de magnifiques cristaux des chambres de plomb.

» 5° *Oxyde de carbone.* — L'oxyde de carbone se combine facilement à la vapeur de soufre et produit en abondance de l'oxysulfure de carbone, gaz étudié récemment avec tant de succès par M. Than (*Annales de Chimie et de Physique*, t. XV, p. 459). Ce gaz est mêlé d'oxyde de carbone dont on ne peut pas le débarrasser.

» 6° *Acide carbonique.* — On sait que l'acide carbonique est partiellement décomposé par l'étincelle électrique, en oxyde de carbone et oxygène. Lorsque cette décomposition se produit en présence de la vapeur de soufre, il se forme de l'oxysulfure de carbone et de l'acide sulfureux.

Note sur la préparation de l'oxyde de carbone.

» Je modifie de la manière suivante le procédé généralement employé pour la préparation de l'oxyde de carbone, et qui consiste à décomposer l'acide oxalique par l'acide sulfurique.

» Le mélange gazeux d'acide carbonique et d'oxyde de carbone, en sortant du ballon producteur, passe dans un tube de porcelaine contenant du charbon chauffé au rouge (de la braise de boulanger ou du charbon de bois débarrassé de toute trace d'hydrocarbure).

» L'acide carbonique est à peu près complétement transformé en un volume double d'oxyde de carbone. Le gaz qui sort du tube traverse un premier flacon laveur, renfermant une solution de potasse qui absorbe la petite quantité d'acide carbonique restant, puis un second flacon qui contient de l'eau de chaux et qui sert pour ainsi dire de flacon témoin; le liquide est à peine troublé par le passage de 10 litres de gaz.

» On obtient ainsi un rendement *triple*, et l'on peut préparer en grand l'oxyde de carbone parfaitement pur. »

SÉRICICULTURE. — *Sur l'origine de la maladie microzymateuse des vers à soie;* *par* **M. A. Béchamp.**

« M. Raybaud-Lange attribue le développement de la flacherie « à l'action délétère des gaz ammoniacaux qui se dégagent des litières, surtout après la quatrième mue, alors qu'elles sont chargées de crotins volumineux et humides et sous l'influence *d'une température chaude électrique* »; (voir *Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 1275).

» M. Pasteur ne croit pas à l'influence fâcheuse des émanations ammoniacales, « autrement les faits et les opinions qu'il a présentés à l'Académie » relativement à la maladie dont il s'agit, seraient évidemment controuvés », et, ajoute l'auteur, « en effet dans le canal intestinal d'un ver qui périt de » la flacherie, la feuille ingérée fermente comme dans un vase inerte et pré- » sente les mêmes organismes que cette fermentation artificielle (1) ». (Voir *Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 1433.)

» C'est à l'occasion de ces deux récentes publications que je demande à l'Académie la permission de lui communiquer les réflexions suivantes. L'importance que je leur attribue me servira d'excuse pour intervention dans le débat.

» Les deux auteurs me semblent se tromper également : le premier, en affirmant que l'ammoniaque, en tant qu'ammoniaque, est cause de la maladie; le second, en croyant que le rôle de cet alcali est nul.

» La flacherie est causée par les microzymas morbides que j'ai nommés *microzyma bombycis* et que j'ai appris à reconnaître dans le ver, dans la chrysalide, dans le papillon et dans la graine. Lorsque le ver en est profondément atteint, qu'il est né de graine microzymateuse, il meurt inévitablement *mort-flat* : rien n'y fait.

» Les vers *restés-petits*, et les *morts-flats* en sont couverts; ils en contiennent dans l'intestin et y peuvent évoluer en bactéries ou en vibrions. Sous leur influence la feuille n'est pas normalement digérée, et le contenu de l'intestin devient de plus en plus alcalin. La fermentation digestive, de normale qu'elle est dans le ver sain, devient anormale ou morbide, c'est-à-

---

(1) J'insiste de nouveau sur le fait que mes recherches concernant les maladies actuelles des vers à soie ont eu pour résultat de faire admettre, même par M. Pasteur, que ces maladies sont de l'ordre des fermentations. Depuis la publication de ma Note du 13 juillet 1868, il ne peut plus y avoir de doute à cet égard.

dire ne fournissant plus que des produits inassimilables à l'animal et troublant toutes ses fonctions naturelles.

» Les microzymas, cause de la flacherie, d'où proviennent-ils? Les réponses que cette question comporte, bien que je les entrevisse depuis longtemps, je ne les ai pas faites en même temps : elles sont la conséquence de Communications successivement faites à l'Académie.

» J'ai cru d'abord que les microzymas morbides, cause de la flacherie, avaient la même origine que le corpuscule vibrant, un germe venu du dehors, apporté par la feuille de mûrier, dont la surface peut être couverte de microzymas, en même temps que d'autres productions organisées. Sans repousser absolument cette ancienne manière de voir, mes études sur les microzymas en général, et les recherches que j'ai faites avec M. Estor me conduisent à leur attribuer une autre origine.

» Il y a des microzymas normaux des végétaux et des animaux, singulière et étonnante analogie, qui peuvent évoluer en bactéries, en passant par des états organisés intermédiaires; il en est de même des microzymas libres qui se rencontrent partout, dans les poussières, dans tous les calcaires tertiaires, ou plus anciens. La condition la plus favorable pour que cette évolution se fasse rapidement, c'est un milieu alcalin ou pouvant le devenir. Toutefois, si cette condition est suffisante et plus favorable, elle n'est pas nécessaire : il y a des microzymas qui peuvent évoluer dans un milieu neutre et devenant acide.

» Il n'est pas douteux que, des vers mangeant de la même feuille, les uns peuvent être atteints de flacherie, tandis que les autres restent sains ou sont plus faiblement attaqués. La feuille n'est donc pas l'unique cause de la maladie, et le ver doit apporter une prédisposition individuelle : ce qui revient à dire que les microzymas normaux des tissus de la feuille, ou ceux dont elle peut être couverte, ont besoin, pour évoluer à l'état morbide, de conditions particulières; et cette remarque est applicable aux microzymas propres du ver.

» J'ai étudié les éléments organisés microscopiques des litières, de celles qui provenaient de chambrées malades et de chambrées saines. Il peut arriver que la chambrée n'étant malade ni de la pébrine, ni de la flacherie, la litière contienne des corpuscules vibrants, des microzymas analogues ou identiques à ceux que l'on trouve dans l'intestin des flats, mais très-rarement des bactéries ou des vibrions. Les mêmes productions organisées et d'autres de diverses sortes se rencontrent identiquement les mêmes dans les litières des chambrées malades de flacherie. Ces productions ont cer-

tainement pour origine, d'une part, la feuille; d'autre part, les déjections du ver.

» La nourriture et les autres conditions nées de l'altération de la litière n'influent donc pas de la même manière sur tous les vers : il y faut encore ici une prédisposition individuelle de ceux-ci. En quoi consiste cette prédisposition? On sait qu'un ver peut être pébriné *ab ovo;* il en est de même de la flacherie, cela n'est pas douteux. Voilà la prédisposition individuelle; mais comment est-elle acquise? Là est la difficulté. La théorie qui découle des études sur les microzymas va fournir des documents sur ce point.

» Relativement à la pébrine, il est aujourd'hui démontré que le corpuscule vibrant est une individualité végétale parasitique : il doit donc nécessairement toujours provenir du dehors. Le corpuscule, étant un véritable parasite, ne peut pas même être engendré par les éléments histologiques de l'animal. En est-il de même des microzymas morbides du ver, et des bactéries ou vibrions de l'intestin des morts-flats? Je vais essayer de démontrer qu'ils peuvent avoir une double origine.

» Nous avons communiqué à l'Académie, M. Estor et moi, les expériences desquelles est résultée la démonstration que les microzymas du foie et d'autres glandes, et ceux du tubercule pulmonaire dans l'état crétacé, peuvent évoluer en bactéries. J'avais antérieurement constaté l'apparition de bactéries dans la viande conservée dans l'empois ou dans l'eau sucrée créosotés. Depuis, j'ai fait voir des bactéries se développant dans les parties gelées de plusieurs plantes, et les microzymas dont est formée *la mère de vinaigre* se transformant également en bactéries. On peut conclure de cet ensemble que la propriété des microzymas, d'évoluer en bactéries est inadmissible, pourvu que les conditions favorables soient réunies.

» Ainsi des microzymas de toute origine peuvent se transformer par un travail d'évolution. Cela étant, peut-on soutenir que cette évolution ne modifiera pas la manière de fonctionner physiologiquement et chimiquement de ces microzymas? Évidemment non. Supposons donc que des vers sains soient soumis, pendant une suite d'*éducations* mal dirigées, à de funestes influences; ils acquerront la prédisposition à la flacherie, et voici comment.

» La litière accumulée fermente, des émanations ammoniacales se produisent, des organismes divers et nombreux s'y développent : les microzymas des feuilles et des déjections des vers subissent d'abord l'influence de ces conditions. Le ver qui rampe sur cette litière vit dans une atmosphère viciée; son corps se recouvre des infusoires et des microzymas qui s'y sont

développés, et il en pénètre dans l'intestin avec la feuille rongée. Ces microzymas déjà morbides évoluent avec plus de rapidité dans l'intestin, dont le contenu devient de plus en plus alcalin et ainsi plus favorable à l'évolution morbide, non-seulement des microzymas qui arrivent du dehors, mais aussi de ceux des tissus du ver, qui arrivent dans l'intestin avec les sucs propres qui concourent à la digestion, avec le suc gastrique ou intestinal.

» En fait, il y a des morts-flats dans toutes *les éducations*, et lorsque les mêmes influences s'accumulent, le mal peut acquérir les caractères de l'épidémie : non pas qu'il y ait réellement épidémie, mais parce que les vers qui résistent gardent des microzymas morbides, et que les papillons issus de ces vers pondent des œufs microzymateux, de même que les papillons provenant de vers corpusculeux pondent des œufs qui le sont également.

» C'est ainsi que les émanations ammoniacales peuvent avoir de l'influence sur le développement de la flacherie : elles favorisent l'évolution morbide des microzymas, et si l'on suppose que les races soient affaiblies comme elles le sont, on conçoit qu'elles résisteront moins à l'envahissement; ceux des vers qui auront résisté formeront des papillons dont les graines seront microzymateuses et qui produiront des générations qui périront inévitablement morts-flats ou *restés-petits*, et les désastres dont nous sommes témoins se répéteront avec une intensité croissante.

» Pas plus que M. Pasteur, je ne crois à l'utilité des vapeurs d'acide acétique, par la raison précisément que le ferment morbide est déjà développé lorsque la flacherie se déclare.

» Depuis que j'écris sur ce sujet, je ne cesse de recommander les fumigations antiseptiques. M. Pasteur, à son tour, recommande aujourd'hui l'acide sulfureux, et, selon moi, il a raison. Puisque l'on consent enfin à entrer dans cette voie, je rappellerai que les fumigations à la créosote ou à l'acide phénique, que les vers supportent très-bien et mieux que l'acide sulfureux et autres agents analogues, ont précisément pour effet d'entraver la putréfaction des litières, qui restent sèches lorsque l'éducation est bien conduite. J'ajouterai que, si l'on choisit des œufs non microzymateux, l'emploi des vapeurs antiseptiques et un délitage soigneux garantiront presque à coup sûr de bonnes récoltes, même avec nos belles races indigènes.

» Et je prie que l'on veuille bien remarquer que tout ceci a, à mes yeux, une importance qui s'étend bien plus loin que les maladies actuelles des vers à soie. La théorie qui relie tout ce qui précède, expression rigoureuse de faits expérimentaux, nous l'appliquerons, M. Estor et moi, à la pathologie humaine. »

THÉRAPEUTIQUE. — *Résultats obtenus dans le traitement de l'épilepsie intermittente par l'eau froide.* Note de **M. Decaisne.**

« Me basant sur la pratique du médecin anglais Currie au XVIIIe siècle, et les beaux travaux du docteur Louis Fleury sur le traitement des fièvres intermittentes par l'eau froide, j'ai appliqué cette médication à l'épilepsie dans des cas revêtant plus ou moins la forme intermittente, et j'ai acquis la conviction que l'eau froide est un perturbateur puissant des attaques nerveuses et un antipériodique d'une grande efficacité.

» Dans douze cas d'épilepsie à attaques à peu près intermittentes, j'ai obtenu quatre guérisons parfaitement confirmées et cinq améliorations sensibles. J'ai eu trois insuccès.

» Ces faits ont été observés avec le plus grand soin, et les résultats obtenus l'ont été, en général, si rapidement et d'une façon si nette et si tranchée que, malgré le petit nombre d'observations que j'ai pu recueillir, je n'hésite pas à appeler l'attention des praticiens sur une médication, repoussée jusqu'ici comme nuisible et dangereuse par la majorité des médecins, et qui, appliquée avec discernement, peut donner les meilleurs résultats, non-seulement dans l'épilepsie, mais dans toutes les maladies nerveuses présentant, à un degré plus ou moins accusé, la forme intermittente. »

La séance est levée à 6 heures et demie. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 5 juillet 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

Notice sur une presse sténographique destinée à écrire mécaniquement avec la vitesse de la parole et devant s'appliquer avec avantage aux transmissions télégraphiques; par M. H. Gensoul. Bagnols, 1869; br. in-8°. (3 exemplaires.)

Thèses présentées à la Faculté des Sciences de Paris. 1re Thèse : *Étude sur la chaleur libre dégagée par les animaux invertébrés, et spécialement les insectes;* 2e Thèse : *Questions proposées par la Faculté; par* M. M. Girard. Paris, 1869; in-4°.

Note sur la valeur alibile de la Salicorne herbacée; par M. L. BESNOU. Avranches, 1869; br. in-8°.

Notice sur des débris de Chéloniens faisant partie des collections du Musée royal d'Histoire naturelle et provenant des terrains tertiaires des environs de Bruxelles; par M. A. PRUDHOMME DE BORRE. Bruxelles, 1869; opuscule in-8°. (Extrait des *Bulletins de l'Académie royale de Belgique*.)

Nouvelle théorie du métamorphisme des roches fondée sur les phénomènes de fossilisation des animaux et des plantes de tous les âges géologiques; par M. C. MONTAGNA. Naples, 1869; in-8°. (Présenté par M. Chevreul.)

Annales industrielles publiées par MM. FRÉDUREAU, DE CHAVANNES et C[ie], ingénieurs civils, A. CASSAGNES, ingénieur civil, directeur, livraisons 1 à 12, avec atlas. Paris, 1869; texte in-4°, atlas in-folio.

Jahrbücher... *Annales de l'Observatoire central de météorologie et de magnétisme terrestre; par* MM. C. JELINEK et C. FRITSCH, nouvelle série, t. III, année 1866. Vienne, 1869; in-4°.

Sulle... *Sur les lois que suivent à Modène les courants atmosphériques inférieurs, déduites de deux années d'observations exécutées avec l'anémométrographe électrique; par* M. le prof. D. RAGONA. Sans lieu ni date; in-4°.

Estatistica... *Statistique des hôpitaux de Saint-Joseph, Saint-Lazare et du Desterro pendant l'année* 1865, *dressée sur les plans et sous la direction du* D[r] P.-F. DA COSTA ALVARENGA. Lisbonne, 1867; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 28 juin 1869.)

Page 1522, ligne 7, *au lieu de* résistance, *lisez* résistance extérieure.
Page 1522, ligne 14, *au lieu de* intérieure, *lisez* extérieure.
Page 1522, ligne 3 en remontant, *au lieu de* uniformément, *lisez* et uniformément.

(Séance du 5 juillet 1869.)

Page 45, ligne 2, *au lieu de* après s'être choquée, *lisez* après s'être heurtée.
Page 45, ligne 12, *au lieu de* et, en supposant, *lisez* et, supposant.
Page 45, ligne 14, *au lieu de* coordonness, *lisez* coordonnées.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 JUILLET 1869.

PRÉSIDENCE DE M. CLAUDE BERNARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Sur le Rapport de la Commission de Florence, relatif à la Lettre de Galilée du 5 novembre 1639; par* **M. Chasles.**

« Le Rapport adressé à l'Académie et inséré dans le *Compte rendu* de notre dernière séance est fort circonstancié, et prouve que la photographie que j'avais envoyée n'est point une reproduction ni même une imitation de la Lettre de Galilée, ainsi que moi-même je l'avais reconnu déjà et annoncé à M. Carbone par une Lettre du 10 juillet, et à l'Académie dans la dernière séance. Mais ce Rapport, à ma grande satisfaction, m'a induit à reconnaître, parmi les pièces que je possède, celle qui peut être la minute de Galilée, ou de la main de son fils qui imitait si bien, comme on le dit, son écriture. J'ai aussitôt été montrer cette pièce à M. Balard, qui s'était fort occupé, à tous les points de vue, de la comparaison des écritures, et de l'expérimentation de leur ancienneté par le procédé Carré (séance du 5 juillet; *Compte rendu*, p. 24).

» En applaudissant au travail très-soigné de la Commission de Florence, je dois cependant faire une observation sur cette sorte de jugement par le-

quel il se termine : « qu'il paraît presque certain que la contrefaçon a été » faite sur l'imprimé de la dernière édition. »

» Cette conclusion m'étonne singulièrement, et je ne doute pas que la Commission n'eût reconnu qu'elle n'était pas fondée, si elle avait cru devoir l'appuyer de quelque preuve ou de quelque considération; car parmi les nombreuses remarques sur lesquelles elle a fondé sa déclaration de non-ressemblance entre la photographie et l'écriture de Galilée, il en est qui suffisaient pour prouver le contraire de la conclusion.

» D'abord, le Rapport dit que, dans cette pièce, il ne se trouve jamais d'accent grave sur les mots qui doivent en avoir, tels que *potrò, andrò, parrà, città*, etc. Or ces mots sont au nombre de 20. Donc 20 dissemblances.

» La date de la Lettre se trouve en tête, au lieu d'être à la fin, comme dans le volume de 1856, de M. Albéri. Autre dissemblance importante.

» Indépendamment de ces remarques de la Commission, qui suffiraient pour prouver que ce n'est point l'édition de 1856 que l'écrivain avait pris pour modèle, j'ajouterai qu'il s'en serait écarté encore quant aux lettres majuscules, car on n'en trouve que 13 dans son œuvre, au lieu de 32 qui sont dans le prétendu modèle. En outre, beaucoup de mots renferment des erreurs qu'on n'y trouverait point s'il y avait eu emprunt du texte imprimé : tels sont les mots : *scuelo, laltra, controversi, posso, del l'animo, linterpozione*, au lieu de *scuole, l'altro, controversie, passo, dell'animo, l'interposizione*.

» Il est donc certain qu'il n'y a point eu emprunt et encore moins intention d'imitation du texte de 1856.

» Je rappellerai que je n'ai su l'existence d'une Lettre du 5 novembre 1639, annoncée comme étant de l'écriture de Galilée, que par la *Revue des Autographes* de décembre dernier (1). J'ignorais quelle pouvait être cette Lettre, et à qui elle était adressée; et je ne l'ai su que par la déclaration de M. Carbone (2). Or la copie de cette Lettre avait été communiquée huit ou neuf mois auparavant, c'est-à-dire il y a maintenant près d'un an, à M. Balard, et était restée plusieurs mois entre ses mains avec d'autres Lettres de Galilée et des Lettres de Newton, comme je l'ai dit (3).

» J'ajouterai ici que M. Balard avait communiqué lui-même, aux vacances dernières, ces pièces à M. de Luca, le savant professeur de chimie de Naples, avec lequel il s'entretenait de la question et des discussions

(1) *Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 740; séance du 29 mars 1869.
(2) *Ibid.*, p. 958; séance du 26 avril.
(3) *Ibid.*, p. 993; séance du 3 mai.

auxquelles elle donnait lieu en ce qui concernait Galilée principalement.

» On peut se demander dans quelle intention, puisqu'il ne pouvait y avoir aucune prévision de l'incident que soulèverait la *Revue des Autographes* de décembre, un faussaire aurait fabriqué la Lettre en question sur l'édition de 1856 de M. Albéri. Ajouterai-je que l'écriture de cette pièce résiste parfaitement à l'expérience prolongée du procédé de M. Carré, comme toutes mes autres pièces.

» J'ai exprimé le désir que l'Académie puisse connaître, dans ce débat passionné, des reproductions fidèles des Pièces de Florence, autographes de Galilée et de son fils Vincent. J'ai lieu de penser que M. Le Verrier a reçu de tels *fac-simile*, veut-il bien les déposer sur le bureau? Je déposerai aussi les différentes copies de la Lettre du 5 novembre. Dans le cas où ces *fac-simile* seraient trop restreints et non suffisants, je supplierais l'Académie d'en solliciter de M. le Directeur de la Bibliothèque nationale de Florence de plus complets qui fussent propres à une comparaison sérieuse des écritures, et à faire reconnaître si les Pièces que je présente ici émanent soit de Galilée, soit de son fils ou de quelque autre personne de sa maison.

» Au sujet de cette Lettre du 5 novembre, je reproduirai une observation que j'ai déjà faite (1), et sur laquelle M. Govi a toujours gardé le silence. C'est que cette Lettre se distingue absolument, et à plusieurs égards, de toutes les autres Lettres du Recueil de M. Albéri:

» 1° Elle se trouve au tome XV, quand sa place chronologique était au tome VII;

» 2° Il n'est rien dit de sa provenance;

» Et 3° il n'est point dit non plus si elle est originale, ou copie, et de quelle main.

» Pourquoi garder un silence absolu sur ces points importants de la question?

» La Communication de M. Le Verrier insérée au *Compte rendu* de la dernière séance donne lieu à une remarque tout à fait semblable à celle qu'a nécessitée le mot *ordinairement* au lieu d'*évidemment*. M. Le Verrier signale le mot *ardent* qui se trouve, dit-il, dans les troisième et quatrième Notes de la page 127, au lieu de *évident*.

» Eh bien, M. Le Verrier ne dit pas que le mot *évident* se trouve dans la Note qui suit ces deux-là, c'est-à-dire dans la cinquième Note de cette même

(1) *Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 958 et 997; séances du 26 avril et du 3 mai 1869.

page, quoique la phrase où il se trouve soit précisément la même que dans la Note 3. Voici cette phrase :

« Rien n'est plus manifeste que l'existence de ces principes : car certainement rien de plus » ardent que l'existence de la gravitation et de la cohésion dans les corps. »

» La phrase est absolument la même dans la Note 5, à l'exception du mot *évident* qui s'y trouve au lieu de *ardent*.

» M. Le Verrier n'aurait-il pas dû reconnaître par là qu'il n'y avait qu'une erreur accidentelle; ou n'aurait-il pas dû au moins prévenir expressément le lecteur que la Note 5 rectifiait la Note 3 ? »

Réponse de **M. Le Verrier** *à* M. Chasles.

« J'ai effectivement reçu trois *fac-simile* des écritures de Galilée et de Vincent Galilée, dus à l'obligeance de M. Carbone. Je suis prêt à les déposer sur le bureau, mais à la condition d'être admis, dès à présent, à faire toutes les réserves de droit au sujet de la comparaison de la seconde pièce fournie après coup, et alors qu'on connaissait la fausseté de celle qui avait été primitivement présentée et soumise à l'expertise comme étant authentique.

» Les faits se pressent, les dates se resserrent, et nous ne serions pas en droit de faire, par simple courtoisie, une concession qui pourrait compromettre la manifestation de la vérité. Sous ce rapport, le commencement de la Note insérée par M. Chasles au dernier *Compte rendu*, p. 62, a besoin d'être complété par une constatation précise des dates.

» Le 3 mai, M. Chasles présente une pièce manuscrite qu'il déclare être l'original de la Lettre du 5 novembre 1639. Cet original serait, suivant M. Chasles, de la main même de Galilée. « *Cette pièce*, dit-il (*Comptes rendus*, » p. 994), *est très-certainement de la même main que mes autres Lettres en* » *italien, c'est-à-dire de la main de Galilée* (*de même aussi que mes deux* » *mille Lettres en français*). . . . . *Bien certainement tout le* » *monde jugera que la pièce que je présente à l'Académie est de la main* » *de Galilée. Je me ferai un devoir et ce sera pour moi une grande satisfaction* » *d'en envoyer une photographie à M. le Directeur de la Bibliothèque de* » *Florence.* »

» Le 9 juin, M. Govi m'adresse une déclaration de M. Carbone, relative à la *non-autographicité* de la Lettre à Castelli du 25 juillet 1638, et en outre deux feuillets de calques exécutés par M. Carbone. Ces calques sont les *fac-simile* dont la communication est réclamée par M. Chasles, et que je m'empresse de déposer sur le bureau.

» Le 19 juin, on m'informe de Florence que la photographie de la pièce du 5 novembre 1639, dont l'envoi a été annoncé par M. Chasles le 3 mai, n'est point encore parvenue. On se demande si, après un si long délai, on doit encore espérer de la voir arriver désormais.

» Le 21 juin, j'informe notre confrère M. Balard de la possession de ces divers documents, et nous prenons rendez-vous pour le lendemain 22, afin d'opérer quelques confrontations. On sait, en effet, que M. Balard s'est occupé de la vérification de l'authenticité et de l'ancienneté des écritures présentées par M. Chasles.

» Le 22 juin, à 11 heures du matin, nous procédons effectivement avec M. Balard à l'examen suivant :

» M. Balard ayant en main l'une des photographies de la pièce du 5 novembre 1639, exemplaire qu'il devait à M. Chasles, nous avons d'abord comparé cette photographie avec un *fac-simile* d'une Lettre autographe de Galilée datant de l'année 1608. M. Balard a signalé entre l'une et l'autre pièce des différences essentielles et caractéristiques. J'ai objecté que ces différences pourraient peut-être provenir de la distance de trente années entre les deux époques où auraient été écrites les deux pièces. M. Balard ne l'a pas admis; et il a aussitôt, je dois le dire, justifié son opinion en comparant des pièces écrites par moi à trente ans de distance, et qui conservent effectivement les caractères essentiels communs. J'ai d'ailleurs fait remarquer qu'on conclurait de la photographie, comparée à l'autographe de 1608, que l'écriture de Galilée aurait acquis beaucoup de fermeté avec le temps et à mesure que sa vue devenait plus débile, effet peu admissible de l'âge.

» Nous avons ensuite comparé la pièce photographique avec la pièce imprimée dans l'édition d'Albéri, tome XV, page 254, année 1856. On sait que, dans cette édition, l'orthographe et les formes anciennes ont été remplacées par l'orthographe et les formes nouvelles. Or la pièce photographique ne fait que reproduire l'imprimé d'Albéri avec les formes modernes, en ajoutant seulement quelques fautes de copie, suivant l'habitude.

» Nous nous sommes alors séparés, M. Balard et moi, en convenant que nous n'aurions ni l'un ni l'autre rien à cacher des faits résultant de cet examen. En ce qui me concerne, je les ai fait connaître à un très-grand nombre de personnes.

» Il doit donc être bien entendu qu'à la date du 10 juillet, lorsque M. Chasles a prévenu M. Carbone qu'il enverrait d'autres photographies

de copies diverses de la Lettre, en outre de celle qu'il avait d'abord adressée, le fait de la fausseté du premier exemplaire, et cet autre fait que c'était une malhabile copie du texte d'Albéri, étaient notoirement connus à Paris *depuis dix-huit jours*. L'auteur ténébreux de la copie faite sur Albéri savait lui-même, dès le 3 mai, quel serait le résultat désastreux de l'expertise loyalement autorisée par M. Chasles.

» Notre honoré confrère M. Chasles dit dans le même passage : *J'ai prévenu M. Carbone que j'avais retrouvé trois autres copies de la Lettre en question*. M. Chasles avait ajouté à la séance : *Trois copies que je ne savais pas avoir*. C'est un point très-important dans le débat et qui n'est pas contesté. Nous nous bornons à en prendre acte; la discussion viendra plus tard, s'il y a lieu.

» M. Chasles dit *que j'ai ordonné à M. Carbone de faire faire une expertise soignée et solennelle de la pièce envoyée à Florence*. Il se peut que M. Carbone, suivant les usages épistolaires de l'Italie, ait écrit ce mot « ordonner, » mais en français il est désobligeant, et je m'étonne que M. Chasles en ait fait usage. On sait à Florence que je n'emploie pas de telles formes, et ni M. Carbone, ni la Commission n'en ressentiront aucune susceptibilité.

» Très-certainement j'ai sollicité qu'il fût fait une expertise régulière et concluante. Je me félicite d'avoir eu plus de crédit à Florence qu'à Paris, où depuis deux ans nous réclamons inutilement les mêmes vérifications. M. Chasles, nous le savons, offre à chacun de faire l'examen qu'il voudra; se réservant de nier la valeur du résultat, dans le cas où il ne lui serait pas favorable. Mais vienne l'expertise régulière faite à Florence, signée de cinq personnages autorisés, et aussitôt M. Chasles, obligé de reconnaître que la pièce est fausse, n'a d'autre ressource que d'en substituer une autre, beaucoup plus certaine que la première, dit-il : cette première sur laquelle, on l'a vu, il ne souffrait pas que personne pût concevoir aucun doute.

» On nous assure, il est vrai, que sur la nouvelle pièce, toutes les fautes relevées par l'expertise n'existent plus! On se trouve donc en face de ce dilemme : Ou bien la nouvelle pièce est une pièce revue et corrigée, ou bien Galilée disposait, il y a deux cents ans, d'un copiste employant dès lors l'orthographe et les formes suivies de nos jours, deux siècles après, dans l'édition d'Albéri.

» J'ai relevé ce fait, que le copiste avait substitué le mot *ordinairement* au mot *évidemment*. M. Chasles dit que j'aurais bien dû remarquer que ce mot *ordinairement* ne devait être qu'une faute puisqu'il était en contradiction

avec ce qui précède et ce qui suit. Mais c'est précisément cette remarque qui m'a fait conclure que le mot était absurde et trahissait la main d'un copiste. M. Chasles, il est vrai, assure que ce n'est pas une faute de copie, mais bien une faute d'impression. Je le veux bien, pour cette fois; mais pourquoi M. Chasles ne fait-il pas la même rectification pour les autres fautes beaucoup plus graves du même genre que j'ai signalées. Nul doute que notre confrère n'eût réclamé s'il l'avait pu. Et dès lors, il demeure acquis que les non-sens qu'on rencontre dans toutes les pièces sont bien des fautes de copie qui ne se trouvent pas dans les livres où les emprunts ont été faits.

» M. Chasles se jette, du reste, à côté du débat, apporte deux nouvelles Lettres attribuées à Pascal, qui n'ont aucun rapport avec la discussion présente, et, à propos de ce mot *ordinairement* relevé par moi, s'en prend à M. Breton (de Champ). « Ce doit être lui, suppose-t-il, qui aura relevé ce » mot *ordinairement*. Cet adversaire jouit de la faculté de ne rien voir de » ce qui est contraire à son idée du moment. »

» Je ne sais si l'honorable M. Breton (de Champ) se formalisera de ces paroles désobligeantes. Pour moi, elles me blessent profondément. Je ne dois pas être l'occasion de paroles désagréables et injustes à l'égard de personnes que j'ai pu avoir l'honneur de citer. Nul ne se joindra aux appréciations de M. Chasles, et chacun jugera, au contraire, qu'en signalant les sources principales sur lesquelles on a fabriqué le faux Pascal et en nous donnant ainsi des bases pour la discussion, l'honorable ingénieur a rendu un service à la science. Je prie de nouveau M. Chasles de vouloir bien s'en prendre, de mes actes et de mes paroles, à moi, qui suis présent pour répondre.

» M. Chasles déclare de nouveau aujourd'hui qu'il répondra à tout. Nous n'ignorons pas que notre confrère a déjà écrit plusieurs fois qu'il avait répondu à tout et qu'on n'avait répondu à rien; ne se ferait-il point illusion? Quand après avoir transcrit une Lettre où Galilée dit qu'il ne peut pas faire un travail seul, parce qu'il est aveugle, on traduit aussitôt et dans la même page : Ainsi Galilée dit *qu'il fera le travail lui-même et seul* et que par conséquent *il n'est pas aveugle,* peut-on vraiment se flatter d'avoir répondu?

» Par ces motifs, nous devons renoncer à l'espoir que nous avions conçu, de n'être pas obligé à une réplique. Une fois notre lecture finie, nous écouterons la réponse attentivement, quelles que soient les assertions hasardées qui pourront être émises. Nos confrères attendront, pour prononcer, une

réplique qui remettra chaque chose en sa place, comme le fait celle-ci au sujet des interruptions qui sont survenues. »

« M. **Balard**, cité plus d'une fois par M. Le Verrier dans les observations qu'il vient de présenter à l'Académie, avait obtenu la parole de M. le Président, mais il déclare qu'il y renonce volontiers pour le moment, désirant permettre à M. Le Verrier de terminer sa Communication dans cette séance, ainsi que l'Académie semble en avoir le désir. »

PHYSIQUE. — *Mesure des propriétés explosives du chlorure d'azote; par* **MM. H. Sainte-Claire Deville** *et* **P. Hautefeuille.**

« Nous désirons dans ce Mémoire apporter, au moyen de l'expérience et par les déterminations numériques, quelques éléments pour établir la constitution calorifique du chlorure d'azote. Les notions si précises et si commodes introduites dans la science par M. Macquorn Rankine seront utilisées dans l'exposition de nos recherches. En substituant à un effet calorifique la valeur équivalente, l'*énergie* qui représente le travail dont est capable le nombre d'unités de chaleur correspondant à cet effet, on rend très-commode et très-clair le langage de la science thermo-chimique. Si l'on décompose en plusieurs termes l'expression de l'énergie potentielle qui *équivaut* souvent à la chaleur latente, on ajoute une idée à une expression heureuse; c'est le service essentiel qu'a rendu en cette circonstance l'illustre ingénieur anglais que nous venons de citer. L'Académie nous permettra de lui rendre cet hommage, à propos du travail dont nous allons exposer les résultats.

» L'énergie potentielle que nous allons déterminer, divisée par l'équivalent mécanique, nous donnera la chaleur absorbée pendant la formation du chlorure d'azote.

» Le chlorure d'azote, faisant explosion à l'air, restitue en chaleur et en effet mécanique l'énergie potentielle qui lui a été communiquée au moment de sa préparation (on suppose que la température au moment de l'explosion est la même que la température au moment de la préparation). Divisant cette énergie et le travail de la pression due à l'explosion par l'équivalent mécanique, et retranchant la seconde quantité de la première, on obtient la chaleur et par suite la température produite par la décomposition du chlorure d'azote.

» Nous avons déterminé les données nécessaires à ces calculs par deux

méthodes différentes : 1° en traitant le sel ammoniac par le chlore; 2° en faisant agir sur le sel ammoniac l'acide hypochloreux.

» I. Le chlore gazeux, ou mieux la dissolution de chlore, en réagissant sur le sel ammoniac, donne, conformément aux indications de Dulong, du chlorure d'azote et de l'acide chlorhydrique.

» La décoloration de la dissolution du chlore est souvent instantanée. L'odeur du chlore est remplacée par celle du chlorure d'azote. Mais ce chlorure, formé en présence de l'acide chlorhydrique et de beaucoup d'eau, ne tarde pas à se décomposer. Le peu de stabilité du chlorure d'azote produit dans ces circonstances nécessite l'emploi d'appareils indiquant rapidement les variations de température qui se produisent au sein des liquides qu'on fait réagir.

» L'appareil employé est un petit vase cylindrique de verre très-mince, placé au centre d'un réservoir métallique plein d'air sec. Un poids connu de chlorhydrate d'ammoniaque, en poudre fine, étant placé dans le vase de verre, on y verse 50 centimètres cubes d'une dissolution saturée de chlore, maintenue à la température du sel. On ferme rapidement le vase par un bouchon laissant passer la tige d'un thermomètre sensible, destiné à donner la température du mélange, L'agitation permet d'effectuer presque subitement la dissolution du sel. Le thermomètre indique que la température du mélange passe par un minimum que l'on note.

» Dans une seconde expérience, on détermine dans les mêmes circonstances l'abaissement de température résultant de la dissolution simple du sel ammoniac dans l'eau.

» Les températures minimum obtenues dans ces deux expériences diffèrent peu : le chlorure d'azote conserve donc à l'état latent à peu près toute la chaleur qui accompagne la production de 3 équivalents d'acide chlorhydrique. Si cette chaleur latente était exactement égale à la chaleur dégagée par l'union des 3 équivalents d'hydrogène du chlorhydrate d'ammoniaque avec les 3 équivalents de chlore dissous, on la calculerait facilement au moyen de quelques déterminations calorifiques anciennes.

» L'acide chlorhydrique dissous dégage, lors de sa formation, à partir du chlore gazeux et de l'hydrogène libre, 41 262 calories d'après MM. Favre et Silbermann. Ce dégagement de chaleur est réduit avec le chlore dissous à 38 608 calories, par équivalent (1). L'hydrogène qui se combine au chlore

(1) Nous avons trouvé que la dissolution d'un équivalent de chlore s'accompagne du dé-

dissous a déjà donné lieu, par son union avec l'azote et par celle de l'ammoniaque avec l'acide chlorhydrique dissous, à 19 743 unités de chaleur. Un équivalent d'acide chlorhydrique ne peut donc donner que 38608 — 19 743 ou 18 865 calories. Un équivalent de chlorure d'azote, en se décomposant en azote et en chlore dissous, dégagerait donc 56 595 calories (= 3 × 18 865 calories), dans l'hypothèse où sa formation ne serait accompagnée d'aucune variation de température. La fraction de cette chaleur qui n'est pas retenue par le chlorure d'azote est employée tout entière à diminuer l'abaissement de la température dû à la dissolution du sel (1).

» L'élévation de température qui accompagne une production de $0^{gr},200$ à $0^{gr},300$ de chlorure d'azote a varié, suivant l'état de concentration de la dissolution du chlorhydrate d'ammoniaque, de 0°,42 à 0°,50, les chaleurs spécifiques de ces dissolutions étant 0,99 et 0,96. La valeur de la correction représentant la chaleur sensible ou perdue pour le chlorure d'azote est comprise entre 10868 et 10840 calories.

» La chaleur de combinaison du chlore avec l'azote rapportée à l'azote et au chlore dissous est donc comprise entre 45 728 et 45 756 calories par équivalent. Cette même chaleur, prise à partir des éléments gazeux, azote et chlore, est de 37 766 à 37 794 calories (2).

---

gagement de 2 654 unités de chaleur. Le résultat final sera d'ailleurs indépendant de cette valeur, qui figure dans les calculs comme correction additive et comme correction soustractive.

(1) Une partie du sel étant détruite par le chlore, l'autre partie se diffuse dans la totalité de l'eau : l'expérience nous a appris que cette diffusion n'est pas accompagnée d'un abaissement sensible de température. Nous pouvons négliger, comme nous le faisons, la chaleur de dissolution du sel ammoniac, à la condition de rapporter toutes les valeurs numériques au chlorhydrate d'ammoniaque en dissolution.

(2) Résumé du calcul :

Combinaison du chlore gazeux avec l'hydrogène		23783
Dissolution de l'acide chlorhydrique		17479
Dissolution du chlore		— 2654
Chaleur dégagée par la formation de l'acide chlorhydrique par l'hydrogène gazeux et le chlore dissous		38608
Combinaison de l'hydrogène avec l'azote, l'ammoniaque restant en dissolution	31464	
Combinaison de l'acide avec l'ammoniaque	27766	
Chaleur dégagée par ces deux combinaisons par équivalent	59230 pour $\frac{1}{3}$ d'équiv.	— 19743
Chaleur dégagée par la formation de 1 équivalent d'acide aux dépens du chlore dissous et de l'hydrogène du sel ammoniac		18865

(*Voir la fin de cette dernière Note à la page* 155.)

» Le chlore, en réagissant sur le sel ammoniac, conduit ainsi à des nombres concordants, lorsqu'on calcule l'énergie potentielle correspondante à la combinaison du chlore avec l'azote; mais cette méthode laisse à désirer, à cause du faible poids de chlorure d'azote produit.

» II. L'emploi de la dissolution d'acide hypochloreux permettant de préparer en quelques instants plusieurs grammes de chlorure d'azote, nous nous en sommes servis pour contrôler les résultats précédents. La stabilité du chlorure d'azote en présence d'un excès d'acide hypochloreux a facilité cette étude, et nous a donné l'occasion d'employer avec grand profit le calorimètre à moufles multiples de M. Favre.

» La marche de cet appareil calorimétrique, lorsqu'on y fait réagir l'acide hypochloreux sur le sel ammoniac, permet de déterminer la chaleur absorbée pendant la formation du chlorure d'azote.

» Il est d'abord facile de constater qu'avec la dissolution d'acide hypochloreux, comme avec la dissolution de chlore, il se dégage de la chaleur lors de la formation du corps explosif. Celui-ci ne retient donc pas, en se formant, toute la chaleur que l'hydrogène du chlorhydrate d'ammoniaque dissous peut fournir lorsque l'acide hypochloreux brûle les éléments combustibles de ce sel avec dégagement d'azote et de chlore gazeux.

» Ainsi la chaleur produite par cette combustion, diminuée de la chaleur sensible accusée par le calorimètre, représente la chaleur latente de combinaison du chlorure d'azote.

» La combustion de l'hydrogène de l'ammoniaque s'effectue, d'après MM. Favre et Silbermann, en dégageant 80658 calories; l'ammoniaque, en se dissolvant et se combinant à l'acide chlorhydrique dissous pour former du chlorhydrate d'ammoniaque au degré de dilution qu'il présentait dans nos expériences, dégage 23324 calories par équivalent. L'ammoniaque du chlorhydrate dissous ne dégagera donc plus que 57334 calories lors de sa

---

Chaleur due à la production de 3 équivalents d'acide et absorbée en partie par la formation de 1 équivalent de chlorure d'azote	$-$ 56595^{cal}
Chaleur sensible	10854
Chaleur de dissolution de 3 équivalents de chlore	7962
Chaleur de combinaison du chlorure d'azote	$-$ 37779^{cal}

combustion par l'oxygène. En ajoutant à cette quantité de chaleur les 22110 calories que dégage la décomposition de l'acide hypochloreux, agent de l'oxydation, on obtient le nombre de calories produites lors de la combustion de ce sel par l'acide hypochloreux.

» L'acide chlorhydrique provenant du chlorhydrate d'ammoniaque, et décomposé par l'acide hypochloreux, fournit toujours la même quantité de chaleur, soit que la réaction s'accompagne de la production du chlorure d'azote, soit que celui-ci se résolve en ses éléments.

» La différence ne sera donc pas affectée si, en négligeant cette source de chaleur dans le calcul précédent, nous retranchons du nombre de calories dégagées lors de la formation du chlorure d'azote la quantité de chaleur due à cette même décomposition.

» Voici comment nous avons conduit l'expérience pour en écarter autant que possible les causes d'erreur et de perturbation. La dissolution du chlorhydrate d'ammoniaque est placée dans un des moufles du calorimètre de MM. Favre et Silbermann, la dissolution d'acide hypochloreux dans un autre moufle : on fait passer la totalité de l'acide hypochloreux dans la dissolution du chlorhydrate, au moyen d'un siphon plongeant dans les deux dissolutions, et cela au moment où la colonne mercurielle du calorimètre se meut d'un mouvement parfaitement uniforme. Le mélange détermine une élévation de température brusque; le calorimètre, qui accuse d'abord cet échauffement, reprend, après quinze ou vingt minutes, sa marche uniforme : le nombre de calories dégagées dans la réaction s'en déduit facilement. On fait une nouvelle expérience dans laquelle le même volume d'acide hypochloreux réagit sur une quantité d'acide chlorhydrique rigoureusement égale à celle que contenait le chlorhydrate et dissous dans le même poids d'eau. En retranchant le nombre de calories dégagées dans cette dernière réaction du nombre de calories observées dans la réaction précédente, on élimine l'influence du dégagement de chaleur dû à la décomposition de l'acide chlorhydrique par l'acide hypochloreux et l'influence perturbatrice de la décomposition spontanée d'une petite quantité d'acide hypochloreux. En outre, l'analyse des gaz dégagés pendant ces deux expériences montre que la quantité d'acide hypochloreux décomposée est rigoureusement la même dans les deux cas.

» Nous avons trouvé que la production du chlorure d'azote s'accompagne (déduction faite de la quantité de chaleur due à la décomposition de l'acide chlorhydrique) d'un dégagement de 40693 à 41240 calories par

équivalent (1). Ce qui conduit, pour la chaleur de formation du chlorure d'azote, à 38751 et 38204 calories (2).

» La moyenne de ces nombres, 38478, représente donc la chaleur de combinaison du chlorure d'azote. Cette valeur n'est exacte que si le chlorure d'azote présente bien la composition qui lui a été assignée par Dulong; nous avons pensé qu'il était indispensable d'établir que le corps explosif formé par l'acide hypochloreux était bien : 1° le chlorure d'azote de Dulong; 2° qu'il avait pour formule $AzCl^3$. Le chlorure d'azote destiné à l'analyse a été lavé avec une dissolution de sel marin refroidie, puis entraîné à l'état de gaz par l'acide carbonique dans une dissolution normale d'acide arsénieux fortement acidulée par l'acide chlorhydrique. L'azote du chlorure d'azote forme alors de l'ammoniaque qui se combine à l'acide, tandis que le chlore provenant du chlorure d'azote et de l'acide chlorhydrique décomposé transforme l'acide arsénieux en acide arsénique. En déterminant le titre de la liqueur arsénieuse et la quantité d'ammoniaque produite dans cette liqueur, nous avons trouvé que ce chlorure d'azote renfermait bien, comme celui qui a été préparé par le chlore, 1 équivalent d'azote pour 3 équivalents de chlore :

	Observé.	Calculé.
Chlore	0gr,257	0gr,257,
Ammoniaque	0 ,020	0 ,018.

» L'énergie potentielle due à la combinaison du chlore avec l'azote est égale à la chaleur de combinaison que nous venons de déterminer multi-

---

(1) Les poids de chlorure d'azote ont varié de 0gr,787 à 1gr,595.

(2) Résumé du calcul :

Chaleur de combustion du gaz ammoniac par l'oxygène	80658
Chaleur de combinaison de l'ammoniaque avec l'acide chlorhydrique dissous	— 23324
Chaleur de combustion de l'hydrogène de l'ammoniaque du sel dissous.	57334
Chaleur de décomposition de 3 équivalents d'acide hypochloreux	22110
Chaleur dégagée par la réaction de 1 équivalent d'acide chlorhydrique sur 1 équivalent d'acide hypochloreux	+ a
D'où chaleur produite par la combustion du sel par l'acide hypochloreux.	79444 + a

La chaleur absorbée lors de la formation du chlorure d'azote sera	— 79444 — a
La chaleur sensible accusée par le calorimètre	40967 + a
Chaleur de combinaison du chlorure d'azote	— 38777

pliée par l'équivalent mécanique :

$$\frac{38477}{120,5} \cdot 425 = 135280^{\text{kgm}}.$$

» Si l'on suppose que le chlorure d'azote détone spontanément sans que ses éléments, en se séparant, produisent le moindre travail, c'est-à-dire si l'on admet que les gaz chlore et azote occupent le même volume que le chlorure d'azote lui-même, on déduit de ces nombres :

» 1° Que la température des gaz sera 2128 degrés;

» 2° Que leur pression sera de 5361 atmosphères.

» Si l'on suppose que le chlorure d'azote détone spontanément à l'air, c'est-à-dire que ses éléments n'aient à accomplir que le travail d'une pression de 760 millimètres, on trouve que la température des gaz chlore et azote sera 1698 degrés.

» Les effets variés qui accompagnent la résolution du chlorure d'azote en ses éléments ont été l'objet d'ingénieuses expériences de la part de M. Abel. D'après cet observateur, le chlorure d'azote détone dans un verre de montre sans le briser lorsqu'il est au contact de l'air libre. La décomposition du corps explosif s'effectue alors par couches successives, et, les gaz repoussant facilement l'air atmosphérique, l'effet mécanique produit est minimum et presque réduit au travail de la pression. Au contraire, une mince couche d'eau répandue sur le chlorure d'azote suffit pour changer les conditions de la décomposition et pour permettre à ce corps explosif de manifester les terribles effets de 135280 kilogrammètres se dépensant en un temps extrêmement court. Cette couche d'eau produit ici le même effet que le sable employé journellement comme bourre dans les travaux de mine. Le temps nécessaire pour la déplacer étant considérable par rapport à celui de la propagation de l'explosion, ce liquide apporte à peu près la même résistance à l'expansion des gaz qu'un obstacle fixe. La pression atteint alors à peu près instantanément 5361 atmosphères : pression plus que suffisante pour expliquer les effets mécaniques observés. Il y a entre cette expérience de laboratoire et la disposition de certains mortiers de notre Marine des rapports qu'il n'est pas sans intérêt de signaler. »

SÉRICICULTURE. — *Note sur la sélection des cocons faite par le microscope pour la régénération des races indigènes de vers à soie;* par **M. Pasteur**.

« En 1867, je proposais à M. le Maréchal Vaillant de mettre à l'épreuve des faits mon procédé de régénération de nos belles anciennes races de vers

à soie, dont j'avais déjà à cette époque démontré l'efficacité certaine touchant la maladie des *corpuscules* ou *pébrine*. M. le Maréchal, dont l'Académie connaît tout l'intérêt et les préoccupations pour la crise séricicole actuelle, voulut bien accepter mon offre, et depuis deux ans il consacre à cette épreuve les petites éducations qu'il a l'habitude de faire, soit à Paris, soit à Vincennes. Il y a juste deux ans au mois de juillet, M. le Maréchal était à la veille de livrer au grainage les papillons que lui avait fournis son éducation très-bien réussie, mais dans laquelle un œil exercé pouvait reconnaître une première atteinte de la maladie des corpuscules.

» Je partageai les reproducteurs en deux catégories, ceux qui étaient irréprochables et ceux où commençait le mal, en priant M. le Maréchal d'élever séparément les deux sortes de graines correspondantes. L'une devait être de très-bonne qualité et l'autre plus ou moins suspecte. Dans une Lettre rendue publique en 1868, M. le Maréchal fit savoir que la première graine dont il s'agit lui avait donné des vers si bien exempts de la maladie précitée, qu'aucun d'entre eux n'était mort pendant le cours de l'éducation, qu'au contraire, l'autre sorte de graine avait offert une perte de 25 pour 100, perte considérable surtout si l'on observe que les vers avaient été comptés pour la première fois à la fin du troisième âge.

» En 1868, M. le Maréchal fit de la graine séparément avec les deux catégories de cocons qu'il avait obtenus, et il me remit les papillons pour les examiner. Je reconnus que ceux de la bonne éducation faite à Paris étaient irréprochables comme leurs ascendants, tandis que ceux de l'éducation faite à Vincennes, et qui avait eu une mortalité sensible, étaient très-mauvais, infiniment plus que ne l'avaient été leurs ascendants à eux, et que leur graine cette fois serait détestable.

» L'Académie se rappellera peut-être que j'ai publié ces prévisions anticipées dans une Lettre adressée à M. le Maréchal, et qui a été insérée dans les *Comptes rendus* de nos séances, au mois de janvier 1869.

» M. le Maréchal Vaillant vient de me faire connaître, dans une Note détaillée, les résultats qu'il a obtenus des deux sortes de graines dont il s'agit. La première lui a offert une éducation admirable; la seconde, malgré une sélection accidentelle et naturelle au moment de l'éclosion, a donné les plus mauvais résultats. Il eût fallu voir, comme cela m'est arrivé, au moment de la montée à la bruyère les uns auprès des autres, à un mètre ou deux de distance seulement, dans la même pièce, nourris de la même feuille, les vers issus des papillons sains, et ceux qui étaient nés des papillons très-malades. Les bons vers couvraient la bruyère de cocons magnifiques, tous étaient égaux, agiles à filer leur soie; aucun d'eux ne mourait ou ne parais-

sait malade. Les vers de la mauvaise graine, au contraire, avaient un retard considérable sur les autres, de plus de sept à huit jours; ils avaient toutes les tailles, depuis celle de la deuxième ou troisième mue, jusqu'à celle des vers montants à la bruyère; çà et là, des morts et des mourants; l'image, en un mot, la plus accusée du fléau qui désole la sériciculture. Enfin, examinés au microscope et pris au hasard, gros ou petits, tous étaient remplis des corpuscules de la pébrine.

» En résumé, on a pris en 1867, dans une même famille de vers à soie, des reproducteurs sains et des reproducteurs commençant à devenir malades, on a élevé séparément leurs générations respectives : dans un cas, la race a été améliorée, fortifiée; dans l'autre, elle a tellement dégénéré, qu'elle peut être à bon droit considérée comme ayant totalement disparu, car il ne sera pas possible de tirer des quelques mauvais cocons de la mauvaise éducation de cette année autre chose qu'une graine absolument stérile. Mais j'ai hâte de laisser la parole à M. le Maréchal Vaillant; qu'il me permette seulement de lui exprimer ma reconnaissance pour la rigueur et l'esprit de suite qu'il a bien voulu apporter dans cette double série d'expériences. »

SÉRICICULTURE. — *Résultat de deux petites éducations de vers à soie provenant de graines étudiées par M. Pasteur.* Lettre de **M. le Maréchal Vaillant** à M. Pasteur.

« Vous m'avez témoigné le désir de connaître le résultat final des deux petites éducations de vers à soie faites par moi avec la graine que vous m'avez envoyée d'Alais au commencement de l'hiver dernier. Voici les renseignements que je puis vous communiquer.

» Je commence par rappeler que les graines que j'ai reçues de vous provenaient d'éducations des vers *Transylvaniens* faites par moi en 1868, savoir : 1° à Paris, avec les œufs que vous aviez reconnus provenir de papillons exempts de corpuscules; 2° à Vincennes, avec des œufs de papillons offrant tous des corpuscules, mais qui à l'état d'œufs ne présentaient, d'après votre examen, qu'une proportion de 3 pour 100 d'œufs corpusculeux.

» Vous m'aviez prévenu.... Les choses se sont passées, en 1868, absolument comme vous les aviez annoncées. L'éducation faite à Paris a bien marché du commencement à la fin, les pertes ont été nulles. L'éducation de Vincennes a eu 25 pour 100 de vers morts; la plupart avaient succombé à la dernière mue ou au moment de la montée, et cependant une perte de 25 pour 100 n'empêche pas qu'une éducation soit belle au point de vue in-

dustriel, et qu'elle ne procure des bénéfices suffisamment rémunérateurs des peines et des dépenses des éleveurs. Il en était ainsi avant que le terrible fléau qui désole nos magnaneries se fût abattu sur l'Europe; on supportait sans se plaindre des déchets de 25 à 30 pour 100; on élevait l'année suivante les œufs provenant de ces éducations que l'on considérait comme *moyennes* quant à la réussite; tantôt le mal augmentait, tantôt il diminuait; on ne s'inquiétait guère des causes de ces alternatives en mieux ou en pis; l'industrie de la soie marchait, on était content. Aujourd'hui les conditions sont bien changées! nous l'avons dit déjà dans plusieurs Notes, et nous reviendrons encore sur ce point capital de votre théorie et de vos grandes découvertes; mais parlons d'abord de mes éducations de 1869.

» Je vous avais envoyé, à la fin de 1868, tous les couples de papillons obtenus soit à Paris, soit à Vincennes, avec les œufs pondus par chaque couple, tout cela bien séparé, bien distinct, de manière à rendre toute méprise, toute erreur impossible; ces détails étaient utiles à rappeler.

» Vous m'avez adressé deux petites boîtes que vous retrouverez ci-jointes, et qui portent sur leur couvercle, l'une, la lettre A avec cette indication : *Transylvaniens. Graine des papillons dont les ascendants étaient purs, (mâle et femelle)*; l'autre, la lettre B, et ces mots : *Transylvaniens. Graine des papillons de l'éducation de Vincennes* (25 pour 100 de perte).

» En m'adressant les boîtes, vous m'écriviez : « Les œufs A doivent vous » donner des résultats excellents, mais les œufs B ne produiront pas ou peu » de cocons. »

» Vous avez vu mes éducations chez moi, au moment où elles finissaient : elles ont eu lieu dans la même chambre, afin que les conditions dans lesquelles elles se trouvaient fussent aussi égales que possible; mais je reconnais, cependant, qu'il n'est pas sans danger de tenir si rapprochés les uns des autres des vers sains et des vers corpusculeux : l'infection des premiers par les seconds peut se produire tout d'un coup, auquel cas les conclusions que l'on veut tirer des résultats finalement obtenus peuvent être tout à fait inexactes.

» La chambre où mes vers ont été élevés n'a jamais eu de feu. La fenêtre qui l'éclaire regarde le sud-ouest.

» L'éducation A vous a paru magnifique; elle m'a donné quatre cents beaux cocons que je vous envoie; il me semble difficile de rien voir de plus complétement satisfaisant. Pendant toute la durée de l'éducation, j'ai eu deux jeunes vers tués; ils ont été (je crois en être sûr) atteints par un morceau de bois qu'on a laissé tomber. Un ver a été trouvé mort dans la bruyère;

il avait toute sa grandeur et était monté fort haut, six ou sept décimètres au moins au-dessus des feuilles du mûrier. Il avait la tête entièrement noire comme de l'encre. Un quatrième ver est devenu dur, farineux, ayant assez l'apparence d'une dragée; c'est, je crois, ce qu'on appelle un *muscardin*. Il n'avait pas monté, n'avait pas filé, mais était parvenu à toute sa grandeur. Enfin, si nous ajoutons à ces pertes un ver qui a filé assez haut dans la bruyère, non pas un cocon fermé, mais une espèce de tapis de soie d'où est tombée une chrysalide nue, bien vivante,.... ce sera, en tout, une perte de cinq vers pour quatre cent cinq œufs éclos, c'est-à-dire 1 pour 100 seulement! c'est là, convenez-en, un beau résultat. Voyons maintenant l'éducation B.

» Il paraissait y avoir la même quantité d'œufs dans les deux boites, eh bien! tandis que A me donnait quatre cents et quelques petits vers bien vifs, bien mangeants, B ne produisait, après une éclosion lente et pénible, que quatre-vingt-dix-huit vers (moins d'un quart) n'ayant pas, à beaucoup près, autant de vivacité, autant d'appétit que les vers de A.

» Vous m'avez déjà dit que ce fait ne vous surprenait pas; il indique que dans la graine même, et avant l'éclosion, il s'opère déjà une sélection, ou, ce qui revient au même, que quand une graine ne provient pas d'*ascendants purs*, un nombre d'œufs plus ou moins grand déjà atteints par la maladie des corpuscules, ne peuvent briser leurs coques et meurent avant d'éclore. C'est du moins ainsi, m'avez-vous dit, que les choses se passent dans certains cas.

» Je dois vous dire que l'éclosion avait commencé le 15 mai dans la boîte A, et le 16 mai dans la boîte B. Le 20 juin, un ver de A était en train de filer; ce n'est que le 28 juin qu'on a vu un ver de B émettre de la soie et commencer un cocon au raz du sol où reposaient les feuilles. Le 7 juillet les derniers cocons de A étaient terminés; pour B, à partir du 3 juillet, il n'y a plus eu de cocons en voie de formation; les vers qui vivaient encore étaient *petits*, d'un aspect désagréable. Le dernier a succombé tout à fait le 12 juillet. Le nombre total des morts pour l'éducation B a été de quarante et un vers.

» Le résumé de ce qui précède est ceci :

Boîte A. *Graine provenant d'ascendants purs.*

OEufs mis à éclore	405
OEufs éclos	405
Cocons obtenus (très-beaux)	400
Vers morts pendant l'éducation	5

Perte de 1 pour 100 soit sur le nombre des œufs mis à éclore, soit sur le nombre des vers nourris.

Boîte B. *Graine provenant d'une éducation de* 1868, *laquelle avait donné* 25 pour 100 *de perte.* (Les œufs de la boîte B étaient cousins germains des œufs de la boîte A).

OEufs mis à éclore.............................. de 400 à	410
OEufs éclos..	93
Cocons obtenus (assez misérables pour la plupart)..........	52
Vers morts pendant l'éducation..........................	41

Perte de 44 pour 100 sur le nombre de vers nourris.

Perte de 87 à 88 pour 100 sur le nombre des œufs soumis à l'éclosion.

» Vous tirerez les conclusions ; moi, je me borne à dire:

» 1° Que si l'année prochaine, on essayait de faire une éducation avec les œufs qui seront pondus, dans quelques jours, par les papillons à provenir des cocons de votre boîte B, on s'exposerait à coup sûr à un désastre complet;

» 2° Qu'il ressort, une fois de plus, des expériences comparatives que vous m'avez engagé à faire, que les *éleveurs* qui prennent de la graine dans des éducations assez bien *réussies* pour n'avoir eu que 25 pour 100 de perte, ne sont sûrs de rien, et peuvent, comme cela vient de m'arriver avec le contenu de votre boîte B, avoir 80 pour 100 et plus de graine qui n'éclora pas, et n'obtenir, en résultat final, que de rares cocons, assez médiocres d'ailleurs. Là est, comme vous l'avez dit, le secret de tant de mécomptes journellement éprouvés et l'explication de tout ce qu'il y a de contradictoire dans les nombreux rapports adressés sur l'état actuel de la sériciculture en France et en Europe.

» Provisoirement, et jusqu'à ce que viennent de meilleurs jours pour l'industrie des soies, il faut n'élever que de la graine provenant d'ascendants purs, pureté dont l'emploi du microscope peut seul donner la certitude. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Spectres des petites étoiles de M. Wolf. — Spectre d'Antarès. — Observations sur le spectre des taches solaires.* — Lettre du **P. Secchi** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Rome, ce 13 juillet 1869.

» A la suite de ma dernière communication sur les spectres des petites étoiles de M. Wolf, j'ai cherché à déterminer avec plus de précision la position de ces raies. Cette détermination n'est pas facile, à cause de la faiblesse de ces étoiles, qui sont de 8e et 9e grandeur. Pour y réussir, j'ai employé un procédé indirect. Ayant remarqué que les lignes les plus bril-

lantes se trouvaient dans le bleu et dans le jaune, et qu'elles appartenaient au 4e type, j'ai commencé par mettre les points de repère du micromètre sur les raies les plus brillantes de ces couleurs dans le spectre d'une étoile fondamentale de ce type, celle de la Grande Ourse $AR = 12^h 38^m 30^s$ et $D = + 46° 13'$. L'image directe coïncidait avec la raie bleue et l'une des extrémités, et la raie jaune avec l'autre extrémité du micromètre.

» Les choses étant ainsi disposées, en dirigeant la lunette sur les petites étoiles en question, j'ai trouvé ce qui suit :

» 1° La première étoile a ses deux raies principales en coïncidence exacte avec celles de l'étoile type. L'intervalle intermédiaire contient un faible spectre continu, qui dans son maximum correspond à la bande verte, sans offrir cependant aucune raie brillante. Il suit de là que le type est le même; il faut remarquer seulement, comme différence, le défaut de la raie vive du vert.

» 2° La deuxième étoile a sa raie bleue placée plus près du violet que la précédente, de toute sa largeur : la raie jaune est multiple, mais difficile à fixer. Des bandes lumineuses plus faibles sont distribuées dans l'intervalle des deux principales, et ne peuvent être déterminées avec précision à cause de leur faiblesse.

» 3° La troisième enfin ressemble aux deux précédentes; mais la détermination précise des raies devient très-difficile, à cause de la présence d'une étoile voisine qui rend la comparaison incertaine.

» Malgré les différences que présentent ces étoiles, par rapport au spectre normal du 4e type, on peut les regarder comme lui appartenant (car il y a dans cette classe de grandes variétés, comme je l'ai remarqué ailleurs), puisqu'elles contiennent des raies fondamentales du carbone. C'est un fait encore très-important que de trouver trois étoiles voisines présentant un même type, d'ailleurs si singulier, ce qui paraît accuser une origine commune. J'ai déjà indiqué ailleurs que ce fait se reproduit dans d'autres parties du ciel pour les autres types, sur une grande échelle.

» Le défaut, qui se vérifie dans ces étoiles, des bandes nuancées complémentaires du spectre de la benzine, pourrait être une simple conséquence de la faiblesse de leur lumière : car, même dans les étoiles types, ces bandes s'évanouissent presque complétement lorsqu'on diminue la lumière dans l'instrument.

» En effet, la réduction des spectres à quelques lignes isolées, par la disparition d'une partie faible plus ou moins continue, peut se produire de deux manières : 1° par un simple affaiblissement général de la lumière;

2° par des conditions nouvelles de température ou de pression. J'ai prouvé ailleurs que le spectre de l'hydrogène, qui est très-riche en raies faibles, peut se réduire aux quatre raies brillantes, et même à la seule raie F, en diminuant par de simples réflexions l'intensité de la lumière. Au contraire, le spectre de l'azote change avec l'intensité de la décharge. Pour me rendre compte de ces changements, j'ai limité le condensateur qui renforçait l'étincelle de la machine de Ruhmkorff à une simple bouteille de Leyde, qui était à la limite de force avec laquelle on obtenait le changement du spectre. Alors je me suis aperçu que la qualité des raies changeait avec le temps qui séparait une décharge de l'autre. De cette manière, j'ai vu se produire jusqu'à quatre systèmes de raies, bien distincts l'un de l'autre; mais le système fondamental de 2e ordre de Plücker, qui contient la raie des nébuleuses, ne se produisait qu'avec les intervalles les plus longs et de tension maximum. Dans ce cas, tout le tube brillait d'une vive lumière verte, même à l'œil nu. D'après cela, je crois que l'existence de cette raie verte suppose une température très-élevée, et que telle est celle des nébuleuses. Il est vrai qu'à la pression ordinaire cette raie se développe dans l'air, même avec une force médiocre; mais alors l'étincelle est très-courte, et surpasse probablement en température celle des tubes de Geissler. L'hydrogène paraît donner des raies brillantes à une température comparativement plus faible.

» *Spectre d'Antarès.* — Dans une autre de mes dernières Communications, j'ai signalé l'analogie du spectre des étoiles rouges avec le spectre des taches solaires, et, dans le courant de 1863, j'avais déjà signalé l'analogie de ce spectre avec celui de l'atmosphère terrestre (1). J'ai, depuis quelque temps, repris ces études pour déterminer avec plus de précision ces analogies.

» L'étoile rouge d'Antarès est une étoile du 3e type, peut-être la plus intéressante après α d'Orion; elle présente, dans son spectre, plusieurs bandes dans le rouge et le jaune : il fallait examiner si ces bandes sont identiques avec celles de l'atmosphère terrestre.

» La première bande se trouve dans le jaune et environne la double raie D du sodium, s'élargissant du côté du rouge deux fois plus que du côté du vert. Or cette bande est parfaitement à la place de la bande semblable qui se produit dans le Soleil par l'action de l'atmosphère terres-

(1) Voir *Bull. météor. de l'Obs. du Coll. Rom.*, 1863, p. 116, 1re col., et *Comptes rendus*, t. LVII, p. 74, lig. 15.

tre, et qui se trouve dans le noyau des taches solaires. Les mesures lui assignent une largeur égale. Au delà de cette bande, vers le vert, on rencontre une bande jaune très-vive, et ensuite vient une bande sombre et large : la position de celle-ci correspond à la région nébuleuse du spectre atmosphérique que Brewster a désignée par δ.

» La première bande importante du côté du rouge, après le jaune, est un peu différente de celle qui se rencontre la première de ce côté dans le spectre produit par l'action de l'atmosphère terrestre, que Brewster a nommée C^6 et qui correspond à la région comprise entre 755 et 830 de Kirchhoff. La bande obscure du spectre de l'étoile est située un peu plus vers le rouge, de la moitié environ de sa largeur. Voici les résultats de plusieurs mesures :

Dans l'air, $\delta = 70^r,88$; $D = 71^r,84$; $C^6 = 73^r,80$; $C_m = 74^r,74$;
Dans Antarès, $\delta = 70,86$; $D = 71,84$; $\gamma = 73,52$; $\gamma_1 = 74,69$.

La différence entre C^6 et γ, savoir $0^r,28$, est très-considérable et supérieure aux erreurs d'observation.

» La deuxième bande du côté du rouge se trouve correspondre assez bien à celle qui se forme près de la raie C, et dont le milieu est marqué C_m. La différence des nombres est peu considérable, pour des objets qui sont si diffus et si mal terminés. Il est remarquable que la raie γ d'Antarès s'accorde mieux avec les raies de Jupiter et de Saturne qu'avec la raie tellurique correspondante. Dans les taches solaires, le maximum d'obscurité coïncide également avec la position de la bande d'Antarès.

» J'ai déjà démontré ailleurs que ces raies appartiennent, pour la plus grande partie, à la vapeur d'eau, mais que la raie C^6 n'a pas d'analogue dans les taches solaires. De plus, d'après plusieurs observations, il paraît que cette bande n'augmente pas proportionnellement à l'épaisseur des couches atmosphériques traversées, de sorte qu'elle semble provenir, en partie au moins, de quelque élément différent de la vapeur aqueuse. Mais d'après la considération des bandes δ, de celle qui environne la raie D, et de la raie C, on ne peut se refuser à admettre dans l'étoile d'Antarès, et par conséquent dans toutes celles du troisième type, la vapeur d'eau, comme je l'avais déjà annoncé longtemps d'avance.

» Je terminerai cette Lettre par une remarque relative au spectre des taches solaires.

» Nous avons vu que, dans ce spectre, il n'y a pas production de raies

fondamentales nouvelles, mais seulement un renforcement considérable des raies solaires connues comme déjà existantes. On peut douter si quelques-unes des plus faibles se forment réellement alors, ou sont seulement plus visibles à cause de la plus grande profondeur : pour les raies principales, la chose est hors de doute. Or ce fait peut éclairer la nature de la photosphère. Il est bien connu que Wilson et Herschel la supposèrent formée d'une espèce de brouillard (*a fog* en anglais) suspendu dans l'atmosphère transparente; d'ailleurs les observations modernes ont constaté que cette matière lumineuse se détache, en forme de grains et de courants, du bord des taches, et va se dissoudre dans le noyau. Il résulte de là que, si cette matière était de nature différente de la matière gazeuse qui forme l'atmosphère, elle devrait, en se dissolvant, donner des raies d'absorption différentes de celles qui appartiennent à cette atmosphère elle-même. Or on n'observe dans l'intérieur des taches rien de pareil : on voit seulement *une exagération* des effets produits par les substances mêmes qui forment l'atmosphère générale transparente. Il s'ensuivrait donc que l'espèce de brouillard qui forme la photosphère ne consiste que dans les vapeurs condensées de ces mêmes substances, qui forment à l'état gazeux les éléments de cette atmosphère, et, à l'état condensé, des nuages ou des brouillards extrêmement lumineux : exactement comme fait la vapeur d'eau dans l'atmosphère terrestre.

» Je donne cette conclusion sous toute réserve, car les observations faites jusqu'ici ne sont peut-être pas assez étendues; mais cette remarque peut au moins faire voir combien est vaste le champ que déroulent devant nous les recherches spectrales.

» *P.S.* Nous avons depuis cinq ou six jours une atmosphère très-caligineuse, surchargée de vapeur aqueuse. J'en ai profité pour répéter les observations ci-dessus; on a pu, pendant ces journées, voir le spectre solaire présenter des bandes atmosphériques à une élévation de plusieurs degrés, avec une intensité plus grande même que celle qui se produit d'ordinaire à l'horizon. Le maximum d'intensité de ces bandes se déplace selon l'épaisseur de la couche traversée, ce qui est très-intéressant au point de vue de l'analogie de ce spectre avec celui des autres corps célestes. Le Soleil paraît rouge foncé à la hauteur de 4 à 5 degrés; son spectre est alors formé de trois bandes : une bande jaune vive entre D et δ, une rouge entre C^6 et D, une rouge étroite entre C^6 et C_m, et une très-faible entre B et C_m; tout disparaît de B vers A, ainsi que dans le bleu et le violet. »

MINÉRALOGIE. — *Notice sur la* Jakobsite, *nouvelle espèce minérale*; *par* **M. A. Damour.**

« Le minéral dont il est question dans cette Notice est essentiellement composé d'oxyde ferrique, d'oxyde manganeux et d'une petite quantité de magnésie ; il provient de Jakobsberg en Nordmark, province de Wermland (Suède). L'échantillon dont je vais exposer les caractères a été rapporté de Suède par M. Des Cloizeaux, qui l'avait reçu de M. Nordenskiold.

» *Caractères physiques.* — Ce minéral se montre cristallisé en octaèdres réguliers (1) rarement complets, plus habituellement déformés par leurs compressions et groupement mutuels.

» Il est opaque : sa couleur est le noir foncé, accompagné d'un vif éclat.

» Sa poussière est noir-brunâtre. Il raye le verre. Sa densité est de 4,75 à la température de + 16 degrés centigrades. Il attire fortement le barreau aimanté.

» *Caractères chimiques.* — Chauffé au chalumeau sur le charbon, il reste infusible; chauffé au rouge blanc dans un creuset de platine, il ne perd pas sensiblement de son poids.

» Fondu soit avec le borax, soit avec le sel de phosphore, il se dissout en entier et donne au feu de réduction un verre teinté de jaune verdâtre. Au feu d'oxydation, et en ajoutant quelques parcelles de nitre, ce verre prend une teinte brune-violacée. Fondu avec le carbonate de soude, il communique à ce sel la couleur verte qui indique la présence de l'oxyde de manganèse.

» Il est insoluble dans l'acide nitrique; l'acide chlorhydrique le dissout lentement et d'une manière complète ; cette dissolution est accompagnée d'un très-faible dégagement de chlore.

» *Analyse.* — Le minéral étant bien dégagé de sa gangue, à l'aide du barreau aimanté, on l'a réduit en poudre et pesé; puis on l'a soumis à l'action d'un courant d'hydrogène pur, dans un tube en platine chauffé à la température du rouge cerise. L'oxyde de fer s'est trouvé complétement réduit à l'état métallique, et, d'après la perte de poids que la matière a subie, on a déduit la quantité d'oxygène enlevée dans cette opération.

» La masse réduite par l'hydrogène était sous forme spongieuse et de couleur cendrée. On l'a traitée par l'acide nitrique étendu de son volume

(1) Ce caractère cristallographique a été vérifié par M. Des Cloizeaux.

d'eau, qui l'a dissoute en presque totalité, ne laissant qu'un léger résidu de sable micacé. Après l'addition de quelques gouttes d'acide chlorhydrique, on a chauffé et évaporé la liqueur jusqu'à consistance sirupeuse pour chasser la plus grande partie de l'acide mis en excès, puis on l'a étendue de beaucoup d'eau froide. Dans cette liqueur, on a versé par petites portions successives une dissolution de carbonate de soude, en ayant soin de ne pas la neutraliser complétement. La liqueur conservait ainsi sa transparence et se montrait colorée en brun rougeâtre foncé. On y a ajouté de l'acétate de soude et on l'a fait bouillir. L'oxyde ferrique s'est précipité en totalité; l'oxyde de manganèse et la magnésie sont restés dans la liqueur. Après avoir lavé l'oxyde ferrique à l'eau bouillante, on l'a traité sur le filtre, encore humide, par une dissolution chaude d'acide oxalique qui l'a redissous en totalité. On a évaporé la dissolution ferrique jusqu'à siccité; le résidu placé dans une capsule en platine a été chauffé avec précaution pour volatiliser lentement l'excès d'acide oxalique; puis on a élevé peu à peu la température jusqu'au rouge sombre. L'oxalate ferrique s'est décomposé et a laissé de l'oxyde ferrique pulvérulent et de couleur rouge de sang. On en a pris le poids.

» La liqueur séparée de l'oxyde ferrique contenait le protoxyde de manganèse et la magnésie. On l'a sursaturée par la potasse caustique, qui a précipité ces deux oxydes. Ils ont été recueillis sur un filtre et lavés avec de l'eau ammoniacale.

» Il est difficile de séparer bien exactement le manganèse de la magnésie. La méthode suivante m'a paru assez bien réussir :

» Les deux oxydes ayant été dissous dans l'acide nitrique, et la liqueur étant fortement acide, on la sursature avec l'ammoniaque qui précipite parfois de légers flocons d'oxyde manganique, tandis que la magnésie et la presque totalité du manganèse restent en dissolution dans la liqueur ammoniacale. On y ajoute alors de l'eau oxygénée. L'oxyde manganeux passe à l'état d'oxyde manganique et se précipite en flocons bruns. On le recueille sur un filtre, on le lave à l'eau chaude, et, après l'avoir séché, on le chauffe fortement pour le peser ensuite à l'état d'oxyde rouge (Mn^3O^4), puis on le réduit par l'hydrogène pour le doser à l'état d'oxyde manganeux (MnO).

» Pour avoir ensuite la magnésie restée dans la liqueur séparée de l'oxyde manganique, il suffit d'évaporer cette liqueur à siccité, de chasser les sels ammoniacaux, à l'aide d'une chaleur modérée, puis de calciner le résidu qui donne la magnésie : on peut aussi précipiter cette terre par le phosphate ammonique et la doser à l'état de phosphate magnésique.

» On réussit également à peroxyder le manganèse en remplaçant l'eau oxygénée par une dissolution ammoniacale de nitrate argentique ou de nitrate cuivrique. L'oxyde manganique se précipite de même à l'état de flocons bruns, tandis que la magnésie reste dissoute ; mais il faut ensuite se débarrasser des oxydes d'argent ou de cuivre restés dans la liqueur ammoniacale.

» La magnésie obtenue par cette méthode ne retient que de faibles traces d'oxyde de manganèse.

» Après avoir redissous la magnésie dans l'acide acétique, on a traité la liqueur par l'hydrogène sulfuré qui a fait apparaître un léger précipité blanc-grisâtre indiquant la présence de l'oxyde de zinc.

» La quantité d'oxygène obtenue dans le traitement du minéral par l'hydrogène correspond, sauf un léger excédant, à la proportion d'oxygène combinée au fer dosé à l'état d'oxyde ferrique.

» Ainsi, dans trois analyses, on a eu :

	Oxygène calculé d'après le poids de l'oxyde ferrique.	Oxygène dosé au moyen de la réduction par l'hydrogène.
I	0,2061	0,2097
II....................	0,2110	0,2166
III..................	0,2070	0,2109

» La moyenne de quatre analyses faites sur des quantités de 1 gramme à 1gr,60 de matière a donné les résultats suivants :

	gr.
Oxyde ferrique.............................	0,6825
Oxyde manganeux..........................	0,2435
Magnésie....................................	0,0643
Oxyde de zinc (traces).....................	»
	0,9903

» Si, comme je l'ai fait remarquer ci-dessus, on tient compte du faible dégagement de chlore qui se manifeste lorsqu'on dissout le minéral dans l'acide chlorhydrique, et de l'excédant d'oxygène qu'on obtient lorsqu'on le réduit au moyen de l'hydrogène, on doit admettre qu'une partie du manganèse s'y trouve combinée à l'état d'oxyde manganique ($\ddot{\mathrm{Mn}}$) isomorphe de l'oxyde ferrique. L'analyse peut alors être présentée ainsi qu'il suit :

	gr	Oxygène.		Rapports.
Oxyde ferrique........	0,6825	0,2047	0,2175	3
Oxyde manganique.....	0,0421	0,0128		
Oxyde manganeux	0,2057	0,0464	0,0717	1
Magnésie.............	0,0641	0,0253		
Oxyde de zinc (traces)..	»			
	0,9944			

» Ces résultats sont exprimés par la formule

$$(\dot{Mn}, \dot{Mg})\ (\ddot{Fe}, \ddot{Mn}).$$

» Cette composition, aussi bien que la forme cristalline du nouveau minéral, le rattachent à la famille des Spinellides. On sait que cette famille comprend les composés dans lesquels l'alumine, l'oxyde chromique et l'oxyde ferrique jouent le rôle d'acide vis-à-vis des bases : magnésie, oxyde manganeux, oxyde ferreux et oxyde zincique, suivant les rapports exprimés par la formule générale

$$\dot{r}\,\ddot{R}.$$

» Or, parmi les minerais de fer dont la composition se rapporte à cette formule, on connaissait déjà les espèces suivantes :

Magnétite..........	$\dot{Fe}\,\ddot{Fe}$
Magnésioferrite	$(\dot{Fe}\,\dot{Mg})\,\ddot{Fe}$
Franklinite.........	$(\dot{Fe}, \dot{Zn}, \dot{Mn})\ (\ddot{Fe}, \ddot{Mn})$
Chromite	$\dot{Fe}\,\ddot{Cr}$.

» Le minéral de Jakobsberg, en venant se ranger à la suite de ces substances, s'en distingue cependant par sa composition et doit être classé comme espèce à part.

» Je propose de lui donner le nom de *Jakobsite*, qui rappelle le lieu d'où il a été extrait pour la première fois.

» On a vu, pour la description de ses caractères physiques, que la Jakobsite est fortement magnétique. Or cette propriété ne se montre développée au même degré, dans le règne minéral, que sur le fer oxydulé ($\dot{Fe}\,\ddot{Fe}$) et la pyrite magnétique. Il est à remarquer que, sur le nouveau composé, la substitution de l'acide manganeux ($\dot{Mn}$) à l'oxyde ferreux ($\dot{Fe}$) n'apporte aucune modification à cet important caractère.

» La Jakobsite se montre associée à des paillettes de mica blanc et à de petits grains de cuivre natif; le tout engagé dans un calcaire cristallin. Dans le même gîte où se trouve cette matière, on a exploité, il y a une quinzaine d'années, un minerai qui n'a donné qu'un faible rendement en fer métallique; quelques échantillons examinés en Suède ont été reconnus pour être de l'oxyde rouge de manganèse (Hausmanite) qui cristallise en octaèdres quadratiques et n'est pas magnétique. C'est probablement à la prédominance de cette dernière espèce dans le mélange qui constituait le minerai exploité qu'on doit attribuer la pauvreté des produits, et l'on a dû alors renoncer à l'exploitation; on arriverait à des résultats plus favorables,

soit en opérant un triage entre la Jakobsite et la Hausmanite, soit en associant, dans des proportions convenables, le minerai brut à d'autres minerais de fer non magnésiens pour obtenir les fontes cristallines actuellement recherchées dans la fabrication des aciers. Il est seulement à craindre que la présence du cuivre métallique dont il a été parlé ci-dessus ne nuise à la qualité des produits.

» M. Boussingault ayant eu l'obligeance de mettre son laboratoire à ma disposition pour les analyses que je viens d'exposer, j'ai à cœur de lui exprimer ici ma reconnaissance. »

« **M. P. Gervais** fait hommage à l'Académie du Mémoire qu'il vient de publier sur les « Formes cérébales des Édentés vivants et fossiles ». Ce Mémoire est précédé de remarques sur quelques points de la structure anatomique de ces animaux et sur leur classification. »

M. Chazallon, nommé Correspondant de la Section de Géographie et Navigation, adresse ses remercîments à l'Académie.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de décerner le prix Trémont pour l'année 1869.

MM. Combes, Morin, Phillips, Chevreul, Delaunay réunissent la majorité des suffrages.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de décerner le prix Damoiseau pour l'année 1869.

MM. Faye, Laugier, Mathieu, Delaunay, Le Verrier réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Réponse à une Note sur la marche des machines locomotives à contre-vapeur, insérée dans le* Compte rendu *de la séance du 5 juillet 1869; par* **M. Ricour.**

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

« Dans la séance du 28 juin, M. Combes a fait connaître le procédé de marche à contre-vapeur mis en pratique pour la première fois sur le chemin de fer du Nord de l'Espagne, le 22 mars 1866.

» L'illustre Membre, après avoir expliqué, par les considérations les plus belles de la théorie mécanique de la chaleur, l'élévation de température qui se produit dans les cylindres au moment de l'ouverture de la lumière d'admission, déduit de cette explication les proportions du mélange d'eau chaude et de vapeur qui, partant de la chaudière, doit circuler à travers les conduits de l'échappement, les cylindres et les boîtes des tiroirs, pour revenir à son point de départ.

» Il constate ensuite qu'en augmentant convenablement le jet d'eau chaude, on peut exclure l'air de l'échappement sans recourir à une injection spéciale de vapeur. Il établit enfin par des vues théoriques que cette solution, conseillée récemment par M. Le Châtelier, doit occasionner une dépense inutile d'eau et de combustible.

» Dans la séance suivante, M. le général Morin, répondant à cette Communication, cite un paragraphe extrait d'une Lettre du 21 février 1866, qui semble indiquer que, dès cette époque, M. Le Châtelier avait eu la pensée de recourir à ce jet abondant d'eau chaude pour exclure l'air de l'échappement, et qu'ainsi cette dernière solution, telle qu'elle a été exposée par M. Combes, serait antérieure en principe à l'appareil employé sur les chemins de fer du Nord de l'Espagne et de Lyon-Méditerranée, bien qu'elle n'ait reçu une première application que le 5 janvier 1869.

» Une question de priorité se trouve ainsi provisoirement résolue devant l'Académie, car les deux solutions développées par M. Combes reposent, au fond, sur le même principe.

» Ainsi que l'a dit en termes excellents M. Combes, en répondant M. le général Morin : « Une vive polémique est engagée à ce sujet entre MM. Le » Châtelier et Ricour. J'ai voulu et je veux encore, ajoute M. Combes, rester

» complétement en dehors de ce débat, dans lequel l'Académie ne voudra
» pas, sans doute, intervenir plus que moi. »

» Cependant, le débat ayant été tranché d'une manière qui paraît absolue par la Communication de M. le général Morin, nous pensons que c'est là un motif pour que l'Académie entende avec d'autant plus de bienveillance quelques éclaircissements de nature à changer l'impression produite par l'insertion de cette Communication dans les *Comptes rendus*.

» Deux séries d'expériences, avec des appareils reposant sur des principes différents, ont eu lieu en Espagne, du 28 juillet 1865 au 26 mars 1866.

» La première série avait pour point de départ l'appareil de M. de Bergue, introduit en Espagne par M. Le Châtelier et modifié conformément à ses instructions.

» La deuxième série, dont le point de départ est marqué par la suppression de l'appareil précédent, annoncée à M. Le Châtelier, le 27 février 1866, se termine par l'application définitive du *tube d'inversion*, qui repose entièrement sur la théorie mécanique de la chaleur.

» L'initiative des premières expériences appartient à M. Le Châtelier, et la Lettre du 21 février 1866 consacre l'application de ce premier appareil. Mais la solution basée sur la théorie mécanique de la chaleur lui est attribuée par erreur.

» Ce n'est pas à des appréciations ou à des pièces récentes, mais aux Lettres de M. Le Châtelier, datant de l'époque même des expériences, que nous aurons recours pour rétablir les droits du véritable inventeur.

» Nous demandons d'abord la permission de reproduire le texte complet de cette Lettre du 21 février 1866 :

« J'ai l'honneur de vous accuser réception de votre Lettre n° 2089 du
» 17 courant.

» Je crois vous avoir indiqué, dans ma correspondance antérieure, que
» c'était *de l'eau* ou de la vapeur qu'il faudrait prendre dans la chaudière
» pour rafraîchir les cylindres. Je crois qu'un petit *filet d'eau projeté* par
» la pression *avec violence, et venant frapper une surface opposée, produirait*
» *une sorte de brouillard aqueux qui serait plus efficace que la vapeur et qui*
» *économiserait la graisse et le combustible.*

» En tous cas, je ne crois pas que le chiffre de 45 réaux que vous indi-
» quez pour les dépenses soit un obstacle à l'application : c'est, en résumé,
» 10 à 15 centimes par kilomètre à dépenser. Il reste à voir si la dépense
» d'entretien des bandages, lorsqu'on descend avec les freins, n'est pas plus
» importante que celle des consommations de la machine. »

» Or, la Lettre n° 2089, du 17 février (1), faisait connaître que l'appareil système de Bergue, désigné en Espagne sous le nom de M. Le Châtelier, fonctionnait convenablement : elle appelait l'attention sur l'insuffisance du réservoir spécial d'air comprimé et sur la dépense occasionnée par le jet de vapeur qui était mélangé avec cet air. C'est bien ce même appareil que mentionne M. Le Châtelier, dans sa réponse du 21 février, en disant : *En tout cas, je ne crois pas que le chiffre de 45 réaux, que vous indiquez pour la dépense, soit un obstacle à l'application. Il reste à voir, etc.*

» Le *petit filet d'eau* devait remplacer le jet de vapeur, mais il n'était nullement question d'injecter de l'eau chaude en quantité suffisante pour exclure l'air de l'échappement, ni de supprimer le réservoir spécial muni d'un manomètre indiquant la contre-pression, et d'une soupape avec cheminée pour l'évacuation du mélange d'air et *de vapeur* ou *d'eau*.

» Aucun doute n'est possible. En effet, lorsque, six jours après, le 27 février, M. Ricour annonce la suppression de l'appareil dont il était question dans les Lettres du 17 et du 21 février, quelle est la réponse? Nous avons l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie la photographie de cette réponse, qui porte la date du 3 mars 1866.

» M. Le Châtelier déclare en termes précis, ne laissant prise à aucune équivoque, que, dans sa combinaison, le régulateur était fermé; qu'il avait conseillé de saturer *l'air* d'humidité par un jet d'eau; puis, après avoir cherché à comprendre la solution nouvelle et s'être rendu compte du courant complet formé entre le cylindre et la chaudière, il termine en ces termes : « *Si c'est en effet là la solution, je la trouve très-simple; mais avant que » l'on fasse quelque chose sur une grande échelle, je serais heureux de recevoir » de M. Ricour un mot d'explication précise qui confirme* ce que je décris » plus haut, si j'ai bien compris, ou qui me donne des explications plus » détaillées de ce que M. Ricour veut faire, si je me suis mépris sur son » intention, etc. »

» Une Lettre entièrement autographe, du 12 mars, dont nous produisons également la photographie, accuse réception des explications demandées : nous en extrayons les passages suivants : « *Je crois qu'il faut que, aussitôt » que M. Ricour aura fait un essai définitif et que les résultats en seront bien » certains, il fasse un Rapport sur la question. Je prierai seulement M. Ricour, » s'il me nomme à l'occasion du point de départ de cet essai, de me désigner par » nom seulement, etc....*

---

(1) Cette Lettre a été publiée, sous le contrôle de la Commission des *Annales des Ponts et Chaussées* (livraison de mars 1869, p. 264, ou tirage à part de la *Notice*, p. 29).

« *Je ne sais pas si M. Ricour ne se trompe pas sur un détail quand il dit :* « Le
» travail de la pesanteur sera, en quelque sorte, utilisé pour combattre,
» dans une certaine mesure, les diverses causes de refroidissement de la
» chaudière, au lieu de produire un frottement nuisible sur les roues et
» les rails. » C'est conforme à la théorie de l'équivalent mécanique de la
» chaleur (*sic*), etc. »

» Sans aller plus loin, nous pensons que le sens du paragraphe de la Lettre du 21 février 1866, cité dans la séance du 5 juillet dernier, comme renfermant implicitement les droits de priorité de M. Le Châtelier, se trouve fixé par le rapprochement des pièces authentiques qui précèdent.

» Ce *petit filet d'eau* devait simplement être substitué au lieu et place du jet de vapeur de l'appareil système de Bergue, connu en Espagne sous le nom de M. Le Châtelier. Ce filet d'eau devait *saturer l'air* d'humidité, et cet air saturé d'humidité devait nécessairement être rejeté dans l'atmosphère.

» Pour terminer, nous demandons la permission de citer textuellement les explications données par M. Le Châtelier pour alléger le poids des documents que nous venons de produire (1) :

« En répondant le 3 mars, je laisse partir avec ma signature une Lettre
» préparée par un tiers, qui me fait attribuer à M. Ricour le mérite de cette
» combinaison que j'avais fournie tout entière (2).

» La Lettre du 8 mars, dans laquelle M. Ricour me donne des détails
» plus circonstanciés, ne dissipe pas mes illusions à ce sujet, et, le 12 mars,
» j'écris une Lettre, qui paraît avoir été rédigée sous la même influence.
» Le lendemain, j'écris à Vienne au Directeur général de la Société autri-
» chienne, pour l'engager à faire faire des expériences, en lui disant que le
» point de départ a été l'essai d'un frein à air comprimé, et que c'est M. Ri-
» cour qui a eu l'heureuse idée de faire rentrer la vapeur dans la chaudière,
» au lieu de la perdre dans l'atmosphère. J'écris dans le même sens à
» M. Flachat, le 28 mars, en le priant de faire une communication à la So-
» ciété des Ingénieurs civils. J'avais été mal servi par ma mémoire, et je
» m'empressais de rendre à M. Ricour un hommage que l'illusion produite
» par sa correspondance me faisait considérer, à ce moment, comme l'ex-
» pression de la réalité. »

» L'opinion de M. Le Châtelier, exprimée pour la dernière fois le 28 mars 1866, d'après la citation qui précède, est encore la nôtre, et nous

(1) Voir page 181 du Mémoire. — Notice historique de M. Le Châtelier.

(2) Cette Lettre porte en marge : « **Le régulateur étant ouvert au lieu d'être fermé comme dans ma combinaison primitive.** »

rendons volontiers hommage, comme nous l'avons toujours fait, à l'initiative prise par le savant ingénieur dans les expériences qui, ayant l'appareil de M. de Bergue pour point de départ, ont abouti à la solution essentiellement différente basée sur la théorie mécanique de la chaleur et complétement décrite pour la première fois dans notre Lettre du 26 mars 1866. »

MÉTALLURGIE. — *Sur un nouveau procédé de fabrication de la fonte.* Mémoire de **M. Ponsard**. (Extrait par l'Auteur.)

(Commissaires : MM. Dumas, Combes, H. Sainte-Claire Deville, Dupuy de Lôme.)

« La métallurgie du fer a fait depuis dix ans, en France et partout, d'incontestables progrès; cependant, il faut reconnaître que la grande quantité de charbon exigée pour extraire le métal du minerai ne permet pas encore à la consommation d'obtenir, à des prix modérés, la fonte, le fer et l'acier.

» Cette dépense excessive de combustible, exigée jusqu'à présent dans le traitement des minerais de fer, tient à la foi invétérée que les maîtres de forges de tous pays ont dans ce principe, qu'ils considèrent comme un axiome : *Pour faire de la fonte il faut un haut fourneau.*

» Grâce à cet axiome jusqu'à présent indiscuté, toutes les améliorations plus ou moins ingénieuses, toutes les économies plus ou moins importantes qui ont été faites, s'appliquaient à la bonne installation du haut fourneau, ainsi qu'à l'utilisation aussi grande que possible de la chaleur qui s'y développe.

» On n'a pas songé à remédier à l'immense déperdition de calorique produite par l'emploi du haut fourneau, en cherchant à obtenir le métal autrement qu'au moyen d'un instrument exigeant des machines soufflantes, des appareils à réchauffer l'air, des monte-charges, etc., instruments essentiellement défectueux, puisque pour extraire du minerai de fer une tonne de fonte il faut consommer environ 1500 kilogrammes de coke ou presque 3000 kilogrammes de houille, c'est-à-dire une quantité de charbon infiniment plus considérable que celle qui est indiquée par la théorie pour produire la somme de calories nécessaires à la réduction du minerai, ainsi qu'à la carburation du métal et à la fusion.

» Préoccupé des inconvénients de toutes sortes que présente le haut fourneau, j'ai cherché à remplacer cet engin métallurgique par un appareil plus simple, plus maniable, moins coûteux et permettant d'extraire *à volonté* du

minerai de fer, avec une économie considérable de combustible, un métal plus ou moins carburé.

» Je suis arrivé à mon but en séparant, dans le traitement des minerais de fer, le charbon *agent chimique* du charbon *agent calorifique*.

» Voici comment j'ai procédé :

» Sur la sole d'un four à gaz, four dans lequel on peut, ainsi qu'on le sait, développer des températures énormes, j'ai placé une série de creusets verticaux, de 20 centimètres de diamètre et de 1 mètre de hauteur ; ces creusets, percés à leur partie inférieure, sont en matière extrêmement réfractaire; ils traversent la voûte du four, et leur extrémité supérieure, par laquelle ils reçoivent le minerai, se trouve ainsi à l'air libre. Leur partie inférieure repose sur la sole, dans laquelle on a pratiqué des rigoles en pente, aboutissant à un bassin qui occupe le milieu du four. Dans chacun de ces tubes-creusets, j'ai versé un mélange de minerai, de castine et de charbon, ce dernier corps en quantité seulement suffisante pour provoquer les réactions chimiques (environ 12 pour 100), c'est-à-dire pour désoxyder le minerai et carburer le métal.

» J'ai élevé successivement la température du four, et, quinze heures après la mise du minerai dans les creusets, j'ai extrait, par un trou de coulée, environ 1000 kilogrammes de fonte d'excellente qualité; douze heures plus tard, j'ai fait une seconde coulée, car d'après la description de l'appareil on voit que l'opération se fait d'une façon continue, puis j'ai persisté jusqu'à ce que j'aie pu me rendre compte de la dépense de combustible.

» J'aic onstaté qu'avec ce procédé et au moyen des hautes températures, on pouvait obtenir très-rapidement la réduction du minerai, la fusion et la carburation du métal en ne dépensant que 1000 *kilogrammes de houille* par tonne de fonte; le haut fourneau exige près de 3000 kilogrammes de houille pour produire la même quantité de fonte, soit une tonne.

» J'ai cru devoir appeler l'attention de l'Académie sur ce résultat dont l'importance est capitale, parce qu'il indique :

» 1° Que l'on peut fabriquer la fonte avec une économie de combustible considérable sur le procédé actuellement employé ;

» 2° Que la chaleur extérieure de la flamme suffisant pour provoquer les réactions chimiques et fondre le métal, on peut employer, pour développer la température, toute espèce de combustible produisant du gaz, c'est-à-dire toutes les houilles, de quelque qualité qu'elles soient, le bois, les lignites, la tourbe, ainsi que l'hydrogène et les huiles minérales, puis-

que le charbon *agent calorifique* n'étant pas en contact avec le minerai, le métal ne peut être altéré;

» 3° Enfin, que l'on peut obtenir à volonté un métal plus ou moins carburé, suivant la quantité de charbon *agent chimique* que l'on mélange avec le minerai mis dans les creusets.

» Les échantillons que j'ai l'honneur de déposer sur le bureau de l'Académie indiquent la différence des métaux que l'on peut obtenir avec le nouveau procédé; ils démontrent, en outre, que la qualité de la matière obtenue ne laisse rien à désirer. »

CHIMIE. — *Mémoire sur l'oxyde de fer magnétique et ses combinaisons salines; par* **M. J. Lefort.** (Extrait par l'Auteur.)

(Commissaires : MM. Chevreul, Balard, H. Sainte-Claire Deville.)

« Dans une Note succincte présentée, en 1852, à l'Académie des Sciences et destinée plus spécialement à prendre date, nous avons annoncé que l'oxyde de fer magnétique ou oxyde noir de fer était susceptible de produire des sels définis dans lesquels l'oxyde ferreux et l'oxyde ferrique étaient chimiquement unis à équivalents égaux. Mais en poursuivant l'étude de la série saline de ces composés, nous reconnûmes que les sels *insolubles* préparés par double décomposition n'étaient que des mélanges, et alors nous suspendîmes la publication de notre travail général.

» Cependant il était résulté de nos recherches que l'oxyde noir de fer produisait avec certains acides des sels *solubles* très-bien définis qui suffisaient pour prouver le caractère salifiable de cet oxyde copulé : tel est le but du Mémoire que nous avons l'honneur de présenter à l'Académie.

» Au lieu de préparer l'oxyde noir de fer au moyen d'un sel ferroso-ferrique et de l'ammoniaque, suivant le procédé de MM. Liebig et Wöhler, nous précipitons le mélange des sels de fer par de la potasse caustique en solution très-concentrée et bouillante; l'oxyde qui en résulte est moins altérable à l'air et se représente par

$$FeO + Fe^2O^3 + HO.$$

» Cet oxyde se dissout très-facilement dans l'acide chlorhydrique concentré, et la solution d'un beau jaune d'or, abandonnée à la concentration au-dessus de la chaux et de l'acide sulfurique, donne des cristaux sous la forme de choux-fleurs qui représentent le chlorure de fer magnétique de la formule

$$ClFe + Cl^3Fe^2 + 18HO.$$

» Dès qu'on expose la solution de ce sel à la chaleur, il se dissocie, et après la concentration spontanée du liquide, on n'obtient plus qu'un mélange de chlorure ferreux et de chlorure ferrique qui cristallisent séparément.

» Avec l'acide sulfurique concentré, l'oxyde noir de fer forme également un sel qui se dépose, par le même procédé que le précédent, sous l'aspect de croûtes mamelonnées, blanches, micacées, qui attirent fortement l'humidité de l'air.

» Le sulfate ferroso-ferrique se décompose lorsqu'on chauffe sa solution au-dessus de 75 degrés, et il a pour formule

$$SO^3FeO + 3(SO^3), Fe^2O^3 + 2SO^3 + 15HO.$$

Ce sel est donc un bisulfate.

» La préparation des sels de fer de la série magnétique présente des difficultés très-grandes : d'abord parce qu'on ne peut chauffer leurs solutions, même au bain-marie, sans dissocier leurs éléments; ensuite parce que ceux qui sont insolubles ne peuvent être obtenus par double décomposition, ainsi que nous venons de le dire. Nous avons essayé de combiner l'oxyde noir de fer directement avec les acides arsénique et phosphorique en solution très-concentrée, et nous avons reconnu que, s'il se produisait de l'arséniate et du phosphate ferroso-ferrique, ces sels étaient toujours imprégnés d'une quantité d'oxyde non combiné qui s'opposait à leur analyse.

» L'action que l'acide cyanhydrique exerce sur l'oxyde noir de fer mérite une mention spéciale.

» Si l'on abandonne dans un flacon bien bouché de l'oxyde noir de fer avec de l'acide cyanhydrique au quart, on le voit peu à peu se colorer en vert très-foncé.

» La difficulté d'isoler ce cyanure de l'excès d'oxyde ferroso-ferrique ne nous a pas permis d'en faire l'analyse; mais la condition dans laquelle il se forme et ses propriétés physiques nous autorisent à dire qu'il est le même que le cyanure de fer magnétique découvert par Pelouze, et auquel cet illustre savant a assigné la composition suivante :

$$CyFe + Cy^3Fe^2 + 3HO.$$

» Nous concluons de ces expériences que l'oxyde noir de fer est une base métallique salifiable analogue à certains oxydes métalliques, mais d'une affinité pour les acides plus faible que celle qui appartient soit à l'oxyde ferreux, soit à l'oxyde ferrique, considérés isolément. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Étiologie du choléra.* Note de **M. Proeschel.** (Extrait.)

(Commissaires : MM. Ch. Sainte-Claire Deville, de Tessan, d'Abbadie.)

« Le 31 mai dernier, j'ai eu l'honneur de déposer au Secrétariat de l'Académie deux volumes et un résumé manuscrit, plus cinq cartes et un plan, ayant rapport à la question de l'étiologie du choléra, sous le point de vue géographique, météorologique, physique, chimique et pathologique, pour le concours du prix Bréant.

» Comme mon travail comprend aussi des questions en dehors de ce Concours, c'est-à-dire plus géographiques, météorologiques, physiques et chimiques que médicales, s'il plaisait à l'Académie de nommer une Commission spéciale pour leur examen, je fournirais une nouvelle série de manuscrits et de cartes que je mettrais à la disposition de cette Commission.

» En tout cas, voici un résumé très-succinct des bases de mon travail :

» 1° Le choléra n'est pas endémique seulement dans l'Hindoustan, mais encore dans presque toutes les parties de l'Asie et de l'Océanie comprises dans les zones torrides et surtout équatoriales (nord et sud), comme cela est démontré dans la partie géométrique de mon travail, et d'une manière graphique par mes cartes.

» 2° Les gaz et les effluves qui composent les miasmes des grandes épidémies, et notamment du choléra, tirent leurs principaux éléments toxiques, à effets si terribles sur l'organisme animal, non pas seulement des palus et marécages, mais principalement des alluvions, là surtout où ils sont en contact avec l'eau de la mer, et soumis en état d'humidité à une assez haute température solaire, comme cela a lieu sur les plages, les rives et les deltas dans les zones torrides, ce que démontrent d'ailleurs les bords et les deltas du Gange, du Nil et du Mississipi.

» 3° Bien que la transmission d'une partie des miasmes cholériques ou autres des zones torrides, dans les autres régions de notre globe, ait lieu, selon ma théorie, par l'atmosphère, cette théorie n'exclut cependant pas celle de la transmission du choléra par le véhicule de l'homme, qu'on ne peut plus réfuter aujourd'hui, du moins d'une manière absolue, comme on ne saurait réfuter la transmission du choléra à de grandes distances par l'atmosphère, une fois qu'on aura pris connaissance de ma théorie. »

ÉLECTRICITÉ. — *Accident occasionné par la foudre, le 13 juillet 1869, au pont de Kehl, près Strasbourg.* Note de **M. Tourdes.**

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

« *Conclusions.* — L'accident occasionné par la foudre le 13 juillet 1869, à 6^h45^m du soir, au pont de Kehl, près Strasbourg, a présenté les particularités suivantes :

» L'orage qui a apporté la foudre était presque sec; quelques gouttes de pluie tombaient à peine au moment de la fulguration ($1^{mm},01$ pour toute la durée de l'orage).

» Un marronnier d'une faible élévation a été foudroyé, au voisinage d'un édifice portant un paratonnerre, du fleuve et des grandes masses métalliques du pont du chemin de fer. Rien n'explique la prédilection de la foudre pour cet arbre, semblable à ceux de la même rangée, si ce n'est la présence des trois militaires assis au-dessous et qui portaient des objets en métal.

» Quelques personnes éloignées, sur les deux rives du Rhin et un chien qui accompagnait l'une d'elles, sont tombés au moment du coup, et ont peut-être éprouvé les effets d'un choc en retour.

» La foudre est tombée de haut en bas, sous forme d'un sillon lumineux; elle a effleuré l'arbre, laissant de faibles traces aux feuilles et au pied du tronc. Les trois militaires, assis sur un banc placé sous l'arbre, ont été renversés en même temps; l'un est mort sur le coup, le second en quelques minutes, le troisième a survécu.

» Le survivant, ayant repris connaissance, ne savait pas qu'il avait été foudroyé; les accidents nerveux consécutifs n'ont pas été graves, mais ont eu une durée assez persistante; il n'y a pas eu de paralysie.

» Les vêtements des hommes foudroyés offrent des déchirures irrégulières, les unes avec brûlures, les autres sans traces de combustion. Les corps n'ont pas présenté d'images photographiques.

» Les lésions produites par la foudre sont cutanées, extérieures et superficielles; elles consistent en brûlures, avec érosion, destruction de l'épiderme, desséchement du derme, formation de plaques parcheminées. Un pied seul offrait des phlyctènes, à la face plantaire, au-dessus de la semelle dont les clous étaient arrachés. Les brûlures avaient trois formes; elles étaient ponctuées, en plaques, ou allongées en sillons.

» La brûlure des cheveux, des sourcils, des cils, de la moustache et de

la barbe, existe chez les deux hommes qui ont succombé. Les trois soldats assis sur le même banc ont présenté une lésion du scrotum.

» Les objets en métal, cocarde, plaque, bouton, fourreaux de sabre surtout, couteau et clous d'un soulier, offraient les traces de l'action de la foudre. Un fourreau de sabre, en tôle-acier et un couteau ont été fortement aimantés, et conservent encore, le 17 juillet, à un haut degré, cette propriété constatée au moyen de la boussole.

» La foudre a frappé de haut en bas les deux militaires qui ont succombé, perçant la visière du schako et brûlant les cheveux et les poils de la face; chez l'un, le fluide électrique a longé le côté gauche du corps, et est sorti par le fourreau de sabre; chez l'autre, elle a sillonné le côté droit et est sortie par la chaussure dont une quinzaine de clous étaient arrachés. Le militaire survivant a été frappé de côté, à la partie inférieure du tronc; l'étincelle quittant le fourreau de sabre de son voisin, a frappé le couteau placé dans la poche du pantalon, a contus en ce point la cuisse, et, traçant en arrière un long sillon, a rejoint à gauche le fourreau de sabre qui porte quelques traces de fusion, puis s'est perdue sans faire d'autres blessures.

» Aucune lésion mécanique n'expliquait la mort; les caractères anatomiques étaient ceux d'une asphyxie, moins prononcée chez l'homme qui avait péri instantanément. La membrane du tympan a été brisée chez l'une des victimes, sans doute par suite du refoulement de l'air au moment de la détonation. La rigidité cadavérique a été prompte et générale; les muscles roidis avaient la réaction acide qu'ils offrent habituellement.

» Le sang était brunâtre et liquide, sans caillots; il ne présentait pas de cristaux, ni de déformation de globules, autre que celle qui correspondait à l'époque de la mort; le spectroscope y a montré les raies normales. Les zoospermes étaient immobiles (vingt-deux heures après la mort). »

M. Mirault adresse, pour le concours des prix de Médecine et de Chirurgie, un Mémoire intitulé « De l'occlusion chirurgicale temporaire des paupières, dans le traitement de l'ectropion cicatriciel. Nouveau procédé ».

Ce Mémoire, remis à M. Nélaton longtemps avant l'expiration du terme assigné pour l'envoi des pièces destinées au concours de l'année 1869, et resté par oubli entre ses mains depuis cette époque, sera immédiatement adressé à la Commission nommée pour juger ce concours.

M. L. Chaubart adresse de Moissac la description d'un « système des-

tiné à donner la plus grande solidité aux ouvrages exécutés en lits de rivière et de mer, par un moyen simple et économique ».

(Commissaires : MM. Combes, Pâris.)

M. J. Chamard adresse de Tulle un Mémoire sur la direction des aérostats.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. Manificat adresse une nouvelle Lettre relative à ses deux systèmes de balayeuse et boueuse mécanique.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Lachaume et M. Jenkins adressent des Communications relatives au choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, la première livraison de « l'Atlas historique de la ville de Paris, par *M. Rigaud* ».

M. le Secrétaire perpétuel présente à l'Académie deux nouveaux opuscules imprimés de *M. Zantedeschi*, et lit les passages suivants de la Lettre d'envoi :

« Le premier opuscule établit l'époque précise de la découverte des lignes noires et lumineuses longitudinales du spectre solaire, qui sont à angle droit avec les lignes transversales de Frauenhofer. Cette découverte, faite par moi, dit l'auteur, porte la date précise du 10 août 1846, et mes expériences furent répétées en 1852 dans l'établissement de l'illustre Porro en présence de plusieurs Membres de l'Académie des Sciences, comme il est dit dans les *Comptes rendus* imprimés des séances de l'Académie du 27 septembre et du 4 octobre 1852. En 1868, le P. Secchi, à Rome, et M. Janssen, dans l'Inde, ont confirmé l'existence de ces lignes longitudinales, en analysant la matière des protubérances solaires.

» La second opuscule a pour objet la réduction du lignite et de la tourbe qui se trouvent dans les terrains de l'Italie en houille comparable à celle de l'Angleterre. »

ALGÈBRE. — *Procédé pour résoudre, en nombres entiers, l'équation indéterminée* $A + Bt^2 = u^2$. Note de **M. N. de Khanikof.**

« On sait que l'équation du second degré à deux inconnues se réduit à la forme simple que je viens de transcrire. A et B sont des nombres entiers connus, et t^2 et u^2 deux carrés parfaits qu'il s'agit de déterminer. De plus, on sait que les conditions essentielles à considérer sont : $A > B$, $B > 0$ et A n'est ni un carré, de même que B, ni un multiple d'un ou de plusieurs carrés, et par conséquent u et t sont premiers entre eux.

» Lagrange et Gauss ont proposé deux méthodes différentes pour résoudre cette question. Le procédé de calcul, très-élémentaire, qui doit conduire au même but, et que je me propose d'exposer ici, n'a rien de commun avec aucune de ces méthodes.

» Exclusivement basé sur des propriétés connues des nombres carrés et sur la nature des coefficients A et B, il ramène la solution de l'équation proposée à un calcul tout aussi élémentaire que la recherche des nombres premiers à l'aide du crible d'Érastosthène.

» Les propriétés des carrés dont je viens de parler sont :

» 1° Tout nombre terminé par 2, 3, 7 et 8 n'est pas un carré.

» 2° Les dizaines des nombres carrés sont toujours paires, sauf le cas où le carré se termine par 6, chiffre final, toujours précédé d'une dizaine impaire. Dans tout carré terminé par 5, ce chiffre est précédé de 2, et enfin dans tout carré terminé par 0, les dizaines manquent aussi.

» Il ne peut y avoir ainsi en tout que 22 terminaisons de carrés, notamment 00, 04, 24, 44, 64, 84, 16, 36, 56, 76, 96, 01, 21, 41, 61, 81, 25, 09, 49, 69, 89.

» Nous désignerons cette série, dans tout ce qui va suivre, par série (α).

» Il est clair que les carrés terminés par les chiffres réunis dans la série (α) auront pour racines tous les nombres naturels, depuis zéro jusqu'à l'infini.

» Mais si nous nous bornons à la première centaine, nous verrons que les carrés se terminant par 00 correspondent aux racines 0 et à toutes les dizaines, que les carrés terminés par 25 correspondent à toutes les racines multiples impairs de 5, que les 80 autres nombres, restant de cette centaine, se répartissent entre les 20 terminaisons finales des carrés, et que chaque terminaison correspondra ainsi à quatre nombres de la première centaine.

En effet

(β)	Tout carré terminé par	01	pourra avoir pour racine	1,49,51,99
	»	04	»	2,48,52,98
	»	09	»	3,47,53,97
	»	16	»	4,46,54,96
	»	21	»	11,39,61,89
	»	24	»	18,32,68,82
	»	29	»	23,27,73,77
	»	36	»	6,44,56,94
	»	41	»	21,29,71,79
	»	44	»	12,38,62,88
	»	49	»	7,43,57,93
	»	56	»	16,34,66,84
	»	61	»	19,31,69,81
	»	64	»	8,42,58,92
	»	69	»	13,37,63,87
	»	76	»	24,26,74,76
	»	81	»	9,41,59,91
	»	84	»	22,28,72,78
	»	89	»	17,33,67,83
	»	96	»	14,36,64,86

» Dans la deuxième centaine, les carrés se terminant, par exemple, par 01 pourront avoir pour racine, 101, 149, 151, 199; dans la troisième, 201, et ainsi de suite.

» Dans tout ce qui va suivre, nous désignerons cette Table par Table (β).

» L'examen de cette Table nous montre que les racines qui y sont réunies sont simplement tous les nombres naturels, depuis 1 jusqu'à 99, seulement groupés d'une manière spéciale.

» Reprenons maintenant les coefficients A et B de notre équation. Généralement parlant, rien ne s'oppose à ce que A et B soient des nombres quelconques, de la forme $\alpha^m\beta^n\gamma^p\ldots$; mais comme $A > B$, B doit contenir ou moins de facteurs que A, ou ces facteurs doivent y figurer à des degrés inférieurs. Mais comme de plus ni A ni B ne doivent contenir des facteurs carrés, il est évident que les puissances de ces facteurs ne sauraient dépasser l'unité. Car si m, par exemple, était même impair, on pourrait faire $m = 1 + m - 1$, ou $m - 1 = 2s$ et $\alpha^m = \alpha.(\alpha^s)^2$; donc A contiendrait un facteur carré. La même observation s'applique à B.

» De plus, comme u et t sont premiers entre eux, u^2 ne saurait avoir d'autres facteurs communs avec A que ceux qui sont communs à A et à B. Or comme u^2 est un carré parfait, il ne saurait les contenir qu'à des puis-

sances paires. Enfin la condition $A > B$ et $B > 0$ nous fait voir que $u^2 > Bt^2$, ou bien que $u > t\sqrt{B}$, et *à fortiori* $u > tE\sqrt{B}$, où E désigne le nombre le plus rapproché de $\sqrt{B}$, et inférieur à $\sqrt{B}$. Nous remarquerons, en dernier lieu, que si $A + B = a^2$, nous avons, sans aucun calcul, les valeurs *minima* de u et de t, à savoir $t = 1$ et $u = a$.

» Voilà tout ce que nous avons besoin pour trouver presque immédiatement les valeurs de u et de t.

» En effet, comme t^2 ne peut avoir d'autre terminaison, de deux chiffres, que celles qui sont réunies dans la série (α), il est évident qu'en multipliant tous les membres de cette série, par les deux derniers chiffres de B, et qu'en ajoutant à ces produits les deux derniers chiffres de A, nous devons obtenir toutes les terminaisons possibles de u^2, à deux chiffres près. Barrant dans cette nouvelle série tous les nombres impossibles, c'est-à-dire non identiques aux membres de la série (α), nous écrirons immédiatement toutes les terminaisons possibles de u^2 et par conséquent aussi celles de t^2, en gardant pour ces dernières celles qui nous ont fourni les précédentes. Si aucun des nombres de notre nouvelle série n'est identique avec les nombres de la série (α), nous avons la certitude qu'il ne peut y avoir de nombres entiers qui satisfont à l'équation proposée. Nous observerons en passant que ce *criterium* est tout aussi sûr que celui de Lagrange, $A^{\frac{a-1}{2}} - 1$ divisible par a, et même que l'emploi du symbole de Legendre $\left(\frac{p}{q}\right) = \pm 1$, mais qu'il est beaucoup plus commode à calculer surtout s'il s'agit de nombres un peu considérables; car, même en s'aidant des artifices si ingénieux proposés pour le calcul de ce symbole, par Jacobi, les opérations à exécuter sont longues pour les nombres supérieurs à 10000. Connaissant ainsi toutes les terminaisons possibles de u^2 et de t^2, à l'aide de la Table (β), nous écrivons directement toutes les valeurs de u et de t qui y correspondent, et pour reconnaître lesquelles de ces valeurs sont des solutions de notre équation, nous n'aurions qu'à les mettre soit directement dans l'équation proposée, soit, ce qui est plus commode, dans les formules $u^2 = Bz + r$ et $t^2 = z - n$, où n et r sont : le quotient et le reste de la division de A par B. Mais quoique ces substitutions nous mèneraient certainement à toutes les valeurs de u et de t qui satisfont à l'équation proposée, elles nous y conduiraient par une route pénible que rien ne nous oblige de prendre. En effet, nous avons déjà observé que la Table (β) n'était autre chose que la série naturelle des nombres, avec un groupement

spécial. Donc, si au lieu d'y rechercher toutes les racines correspondant aux terminaisons de u^2 et de t^2, nous nous proposions de reconnaître si, entre deux limites données, il y a des valeurs numériques qui satisfont à notre équation, nous aurions simplement à faire ceci : écrire, entre ces limites, la série naturelle des nombres, y barrer tous les nombres correspondant à des carrés non compris dans la série des terminaisons de t^2 et de u^2, rejeter tous les facteurs de A qui ne sont pas communs à A et à B, de même que tous leurs multiples; rejeter toutes les puissances impaires de ces facteurs, et enfin tous les nombres que ne satisferaient pas à la condition $u > t\text{E}\sqrt{\text{B}}$. Après cette épuration, notre série ne contiendrait que peu de valeurs qu'il nous resterait à soumettre à l'épreuve des formules que nous venons d'indiquer. Ainsi, sauf cette dernière épreuve, notre procédé est tout à fait analogue à celui du crible d'Ératosthène, et, avec une Table de diviseurs et une Table de carrés, ne présentera aucune difficulté, d'autant plus que chaque cas particulier indiquera des artifices *spéciaux* qui abrégeront cette recherche (1).

» Je terminerai cette Note en observant que, quoique j'aie borné dans son titre l'application de mon procédé à la recherche des valeurs entières de u et de t, on pourrait très-bien l'appliquer aussi à celle des valeurs fractionnaires de ces inconnues; seulement, au lieu de multiplier la série (α) par les deux derniers chiffres de B, il faudrait la multiplier aussi par les deux derniers chiffres de A, et, en outre, la distinction des terminaisons possibles du carré de la nouvelle inconnue, introduite dans le problème, présenterait un peu plus de complication. Le même procédé, appliqué à la résolution de l'équation $\text{N} = x^2 - y^2$, où N est un nombre donné impair, n'exige pas, pour trouver x et y, la décomposition de N en ses facteurs premiers, et les fournit ainsi très-souvent plus facilement que la division ordinaire, surtout si N est grand, et permet ainsi de juger si N est premier ou non. Je l'ai également appliqué avec succès à la décomposition des nombres en quatre carrés et à la recherche des facteurs linéaires des formes quadratiques. »

---

(1) L'application de ce qui précède au calcul des valeurs de t et de u, de l'exemple V du Mémoire de Lagrange : « *Sur les problèmes indéterminés du second degré* », dépassant les limites réglementaires, a été omise.

PHYSIQUE. — *Recherches sur l'illumination des liquides par un faisceau de lumière neutre ou polarisée.* Note de **M. Lallemand**, présentée par M. Balard (1).

« Lorsqu'on illumine, par un faisceau de rayons solaires, différents liquides, on observe des phénomènes variés qui dépendent de la nature de la substance employée; et à ce point de vue, les liquides se divisent en trois catégories. Les uns n'ont pas de fluorescence appréciable et ne possèdent pas de pouvoir rotatoire ; les seconds sont plus ou moins fluorescents, et, comme les premiers, n'exercent aucune déviation sur le plan de polarisation de la lumière incidente ; les derniers sont ceux qui ont un pouvoir rotatoire moléculaire, auquel vient s'ajouter souvent une fluorescence assez énergique. Je vais résumer, le plus brièvement possible, le résultat de mes expériences sur ces trois classes de corps, et les conclusions importantes qu'il me semble permis d'en tirer.

» Le liquide est introduit dans un large tube de verre, fermé à ses deux extrémités par des glaces parallèles. Le tube, placé horizontalement dans une chambre obscure, reçoit dans la direction de son axe un faisceau de rayons solaires, réfléchi par un miroir métallique et rendu légèrement convergent par une lentille achromatique à long foyer; un large prisme de Foucault, interposé au besoin sur le trajet du faisceau, sert à polariser la lumière dans un plan déterminé.

» Supposons que le tube renferme de l'eau pure, et qu'on opère d'abord avec de la lumière neutre, ou du moins ne possédant que la polarisation elliptique due à la réflexion des rayons solaires sur le miroir argenté. En regardant le tube dans une direction transversale, on constate que l'eau s'illumine, et, si l'on dirige un analyseur biréfringent, un Nicol par exemple, normalement à l'axe du faisceau et dans un azimut quelconque, on reconnaît que l'extinction est complète quand la section principale du prisme est parallèle à l'axe du tube; c'est-à-dire que la lumière émise par l'eau, dans une direction quelconque normale à l'axe du faisceau, est entièrement polarisée dans un plan passant par l'axe. En inclinant le Nicol sur l'axe dans les deux sens, l'extinction n'est plus complète, la lumière est partiellement polarisée, et d'autant moins que l'inclinaison est plus grande.

» Si la lumière incidente est polarisée par le prisme de Foucault dans un

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant les limites réglementaires, serait insérée en entier au *Compte rendu*.

plan horizontal, le phénomène change : à la simple inspection du tube, on reconnaît qu'il n'y a illumination que dans une direction horizontale ; en regardant de haut en bas ou de bas en haut, l'obscurité est complète. On reproduit ainsi, avec un milieu homogène parfaitement transparent, la belle expérience que M. Stokes à suggérée à M. Tyndall, dans ses recherches sur les condensations nuageuses que la lumière électrique détermine au sein d'un milieu raréfié renfermant des vapeurs décomposables. Mais la conclusion qu'on en peut tirer est bien différente. Tandis que, dans l'expérience de M. Tyndall, l'illumination doit être attribuée à un phénomène de réflexion sur des particules solides ou liquides extrêmement ténues ; avec un milieu transparent et homogène comme l'eau récemment distillée, on ne peut plus invoquer un effet de réflexion particulaire, c'est une véritable propagation du mouvement vibratoire au sein de l'éther condensé du milieu réfringent qui a lieu exclusivement dans le plan de polarisation de la lumière incidente et dans toutes les directions ; et ce qui le prouve, c'est la manière dont se comporte cette lumière avec un Nicol analyseur. En plaçant le Nicol horizontalement et dans une direction normale à l'axe du tube, on constate que la lumière émise transversalement est complétement polarisée, et si l'on incline l'analyseur sur l'axe du tube, on reconnaît que *sous toutes les incidences* la lumière émise est encore *entièrement polarisée* dans un plan horizontal. Pour éviter l'influence perturbatrice de la réfraction et de la réflexion interne sur les parois du tube, il vaut mieux observer l'eau dans un flacon cylindrique, et viser avec le Nicol l'axe du flacon dans toutes les directions horizontales. La polarisation dans le plan primitif est toujours totale.

« Les deux expériences que je viens de rapporter constituent d'abord une vérification expérimentale du principe d'Huygens qu'on invoque, en particulier, dans l'explication des phénomènes de diffraction ; et il me semble, en outre, que la seconde est une preuve *visible* de la direction du mouvement vibratoire de l'éther dans un rayon polarisé. L'interférence des rayons polarisés et les phénomènes de double réfraction ont conduit à cette conclusion mathématique que les molécules éthérées vibrent dans le plan de l'onde et que dans un rayon polarisé les vibrations sont rectilignes et perpendiculaires au rayon ; mais les lois expérimentales de la polarisation n'ont pas permis de décider l'importante question de savoir si, dans un rayon polarisé, la vibration est parallèle ou perpendiculaire au plan de polarisation. Dans l'expérience que je viens de citer, on voit que le mouvement vibratoire ne se propage pas normalement au plan et se propage au

contraire en tous sens dans le plan de polarisation. Les molécules éthérées vibrent donc perpendiculairement à ce plan, et ne peuvent propager dans cette direction que des ondes analogues aux ondes aériennes, qui, si elles existent, ne provoquent aucun phénomène lumineux.

» Les acides azotique, chlorhydrique, l'ammoniaque, etc., se comportent comme l'eau. L'expérience est surtout remarquable avec le collodion : lorsque ce liquide est de préparation récente et que, par la filtration ou la décantation, on l'a obtenu bien limpide, incolore et transparent, il s'illumine avec un grand éclat dans le plan de polarisation, tandis que dans la direction normale à ce plan, l'extinction est totale. La seule difficulté qu'offrent les expériences de cette nature, c'est celle qu'on éprouve à obtenir des liquides entièrement débarrassés de poussières ou corpuscules de diverses natures, qui deviennent le siége d'une réflexion diffuse ou spéculaire et nuisent à la netteté du résultat.

» Avec les liquides fluorescents, les phénomènes sont plus complexes. Si l'on met, par exemple, en expérience de l'eau pure tenant en dissolution des traces d'esculine ou de sulfate de quinine, et que le faisceau lumineux soit polarisé horizontalement, condition que je supposerai toujours réalisée dorénavant, le liquide observé verticalement s'illumine d'une teinte bleue uniforme, dont l'intensité va décroissant depuis la face d'incidence jusqu'à l'extrémité du tube. Cette lumière est d'ailleurs neutre à l'analyseur. En visant dans une direction horizontale, l'illumination est bleue à l'origine du tube et devient bientôt blanche et même un peu jaunâtre vers l'extrémité opposée. Le Nicol montre que cette lumière est partiellement polarisée dans le plan primitif, et, dans la position d'extinction, laisse persister une teinte bleue, identique à celle qu'on observe directement au même point en visant de haut en bas. L'analyseur permet ainsi d'arrêter toute la lumière due à une propagation latérale, et ne laisse passer que la lumière neutre engendrée par la fluorescence. Ce procédé offre un moyen commode d'isoler et d'analyser l'illumination due exclusivement à la fluorescence.

» Si, au contraire, on fait précéder le tube à expérience d'une cuve renfermant le même liquide plus chargé d'esculine ou de sulfate de quinine, qui arrête tous les rayons excitateurs violets ou ultra-violets, le liquide contenu dans le tube se comporte comme l'eau pure et paraît complétement obscur dans le sens vertical.

» Ce mode d'analyse conduit à des conséquences inattendues, et montre que la fluorescence est beaucoup plus commune dans les liquides qu'on ne l'avait supposé. Si elle n'a pas été remarquée dans un grand nombre de

liquides qui la possèdent, c'est que tous les rayons du spectre sont susceptibles, dans certains cas, de provoquer le phénomène, et que la fluorescence du liquide, au lieu de se produire avec un maximum d'éclat et une couleur propre au contact de la face d'incidence, se manifeste dans toute la masse liquide que la lumière traverse et sans couleur propre bien tranchée. Prenons comme exemple le sulfure de carbone, rectifié sur de la chaux vive et mis en contact avec du cuivre réduit par l'hydrogène; il est alors parfaitement incolore, et, soumis à l'action des rayons polarisés, il s'illumine, sur toute la longueur du tube et dans tous les azimuts, d'une teinte blanche légèrement bleuâtre. En visant horizontalement avec un polariscope de Savart, on y reconnaît la présence d'un peu de lumière polarisée, tandis que, dans le sens vertical, la lumière émise est neutre, entièrement due à la fluorescence, et l'analyse spectrale y révèle toutes les couleurs prismatiques.

» En opérant avec une lumière homogène, on reconnaît, en effet, que les rayons rouges excitent dans le sulfure de carbone une fluorescence rouge, et qu'en définitive les atomes de ce liquide peuvent vibrer sous l'influence de tous les rayons lumineux du spectre et émettre ensuite, dans toutes les directions, de la lumière neutre de même réfrangibilité ou d'une réfrangibilité très-peu différente. Un grand nombre de liquides d'origine organique, les carbures d'hydrogène en particulier, se comportent comme le sulfure de carbone, et je me borne, pour le moment, à indiquer un mode d'analyse et d'étude de la fluorescence des liquides qui constitue un long sujet de recherches que j'ai encore à peine effleuré.

» Ce que j'ai dit plus haut de l'illumination des liquides, par propagation latérale directe des vibrations lumineuses dans l'éther condensé des milieux réfringents, fait pressentir les curieux effets qu'offrent les liquides doués du pouvoir rotatoire, quand on les soumet à l'action du faisceau polarisé. Qu'on prenne un long tube rempli d'une solution concentrée de sucre de canne, et qu'on l'illumine d'abord avec une lumière rouge homogène, la solution n'ayant pas de fluorescence sensible, si l'on regarde le tube verticalement dans le voisinage de l'incidence, il paraît obscur. Dans une direction horizontale, au contraire, il émet une vive lumière; mais, en l'éloignant de la face d'incidence, on remarque qu'il faut tourner autour du tube, de gauche à droite, et viser dans une direction de plus en plus inclinée, pour apercevoir la bande illuminée; et si l'on trace sur le tube la direction moyenne de cette bande, on vérifie que cette direction est une hélice, dont le pas est justement représenté par la longueur de la colonne du liquide actif qui ferait tourner le plan de polarisation de la lumière incidente

de 360 degrés : la longueur du pas diminue quand la réfrangibilité de la lumière augmente, suivant la loi approximative donnée par Biot; et si la lumière incidente est blanche, toutes les hélices lumineuses superposées à l'origine du tube se séparent bientôt, et donnent une illumination latérale prismatique, de l'effet le plus curieux. Si l'on dirige le rayon visuel de gauche à droite, autour d'une section déterminée du tube, on voit les teintes mixtes se succéder dans l'ordre de réfrangibilité. En visant, au contraire, dans la direction d'une génératrice du cylindre, et en allant de l'origine du tube à son extrémité, on observe de même la succession des nuances prismatiques et pour certains azimuts; on comprend que cette succession est identique à celle des teintes qu'on observerait avec l'analyseur bi-réfringent, placé sur le trajet du faisceau émergent. Malgré les prévisions théoriques qui indiquaient ce résultat, on est surpris de voir le faisceau émergent du tube entièrement incolore, tandis que les parois du tube brillent des plus vives couleurs changeantes, avec l'azimut suivant lequel on regarde. En supprimant le polariseur, cette illumination prismatique, qui donne au tube les reflets de l'opale, disparaît instantanément. L'essence de térébenthine se comporte de la même manière, avec cette différence que la rotation *visible* du plan de polarisation s'opère de gauche à droite et que l'illumination latérale, qui, dans ce cas, conduit à tracer sur le tube des hélices gauches, est compliquée d'une fluorescence sensible.

» Tel est le court résumé de mes recherches, qui sont loin d'être achevées. Je ne puis rien dire encore des milieux solides transparents, amorphes ou cristallisés, qui exigent une mise en œuvre spéciale; j'ai voulu, avant tout, exposer les premières conséquences d'une méthode d'observation que je me réserve de poursuivre. »

ÉLECTRO-STATIQUE. — *Sur l'inversion des charges dans les cohibants armés.* Note de **M. P. Volpicelli.**

« L'inversion des charges électriques dans les cohibants armés est un phénomène connu. Wilke fut le premier à l'observer en 1761 (1); Beccaria répéta les expériences de ce physicien, en en faisant de nouvelles; Belli traita longuement du même phénomène (2), qui a été récemment étudié par M. Cantoni, et ensuite par le R. P. Provenzali.

(1) Gehler, vol. III, p. 728.

(2) *Corso elementare di fisica sperimentale*, t. III, p. 403, 409. Milano, 1838.

» Cependant la condition nécessaire et suffisante, pour que le renversement des charges se produise dans les armures des cohibants, ne me semble pas avoir été indiquée jusqu'à présent. Si je ne me trompe pas, cette condition consiste en ce que le cohibant ne soit pas partout en contact parfait avec les armures métalliques, parce qu'alors seulement le renversement des charges peut se vérifier, et qu'il est favorisé aussi par l'épaisseur du cohibant. En effet, nous savons que la charge initiale polarise le cohibant interposé entre les armures; c'est pourquoi, si celles-ci n'adhèrent pas partout au cohibant, il induit par ses sinuosités les armures, en fixant sur chacune d'elles l'électricité induite de première espèce, c'est-à-dire celle qui est opposée à la charge initiale. Or si chacune des armures perd, soit par des contacts opportuns, soit par dispersion, en grande partie ou en totalité, l'électricité homologue de l'inductrice, il est clair qu'il se produira dans chacune des armures un renversement de la charge. En outre, si le cohibant interposé n'est pas assez épais et si son périmètre ne coïncide pas partout avec celui des armures, alors, pourvu que la jonction indiquée ne soit pas parfaite, on pourra vérifier le renversement d'une seule des charges initiales, la charge inductrice, parce que dans ce cas la polarisation électrique peut manquer dans le cohibant, ce qui n'a pas encore été observé.

» Si, entre les plateaux d'un condensateur, on interpose une plaque de verre vernissée, mais sans que la superficie du vernis soit aplanie et unie, les aspérités seules du vernis suffiront pour produire l'inversion des charges, laquelle sera plus manifeste si la plaque de verre est ondulée.

» La bouteille de Leyde à armures mobiles est constitéue par un bocal de verre verni qui ne s'applique pas exactement sur ses armures; c'est pourquoi cette bouteille manifeste très-bien et très-promptement le renversement des charges. Pour cela, il suffit de décharger ses armures en les réunissant; si l'on décompose ensuite la bouteille, chacune des armures présentera une charge contraire à sa charge primitive.

» De plus, si après avoir neutralisé en totalité, ou en majeure partie, les charges initiales, on met la bouteille sur un isolateur, on vérifiera aussi pour les charges renversées ce qui se vérifie pour les charges initiales : c'est-à-dire que si l'on touche une des armures, la charge de l'autre se manifestera plus énergiquement, et *vice versâ*.

» L'usage de l'électroscope à piles sèches, avec un plan d'épreuve très-sensible, comme celui qui est formé de la tête d'une épingle dont la pointe est enfermée dans un manche isolant, offre le moyen le plus expéditif et le plus efficace pour la recherche de ces phénomènes.

» Quand les sinuosités du cohibant permettent, entre lui et ses armures, une facile circulation de l'air, il n'est pas même nécessaire de séparer les armures du cohibant pour manifester le renversement des charges. Si l'on fait d'abord communiquer entre elles les armures pendant un temps suffisant, et si on enlève ensuite cette communication, en attendant le temps nécessaire pour que dans les deux armures l'électricité induite de première espèce soit mise en liberté, alors le simple plan d'épreuve indiqué ci-dessus suffira pour montrer le renversement des charges.

» Si, au contraire, le contact entre le diélectrique et les armures est parfait, comme dans les bons condensateurs, comme dans les bouteilles de Leyde dont les armures sont formées de minces feuilles d'étain, bien collées sur le verre, ou même quand le cohibant est l'air, alors il est certain que, dans chacun de ces cas, malgré toutes les précautions employées pour obtenir le renversement des charges, on ne pourra pas l'obtenir. Ce résultat est confirmé par ce fait que M. Kohlrausch (1), s'étant servi d'armures liquides (2) pour déterminer la loi de laquelle dépendent les résidus dans la bouteille de Leyde, n'obtint jamais les charges renversées, quoiqu'il eût employé toutes les précautions pour y parvenir (3). M. Bezoli arriva également, dans ses expériences avec des armures parfaitement unies au diélectrique, au même résultat négatif (4).

» Cependant, en faisant des expériences avec les condensateurs, on ne doit pas faire communiquer les plateaux soit entre eux, soit avec le sol, avec les doigts; parce qu'alors ce contact donne lieu à un développement d'électricité qui pourrait simuler le renversement des charges initiales. Les communications doivent être établies avec des métaux isolés de la main, par l'intermédiaire d'un cohibant; alors le condensateur, bien construit, ne donnera pas le renversement dont nous parlons.

» Les doutes que les physiciens pourraient élever, d'après ce phénomène, contre l'exactitude des résultats que l'on obtient, soit par l'emploi du condensateur bien construit et bien employé, soit par l'expérience très-connue de l'induction électro-statique, n'ont aucun fondement. En effet, l'inversion des charges, tant dans le premier que dans le second de ces deux cas, ne peut se manifester, bien que l'on emploie toutes les précautions pour l'obtenir; elles ne doivent d'ailleurs pas être employées dans les mêmes cas. »

---

(1) Poggendorff, *Annalen der Phys. und Chem.*, 1854, vol. XCI, p. 56.

(2) *Ibidem*, p. 58, l. IV.

(3) *Ibidem*, p 60, l. XII.

(4) *Ibidem*, vol. CXIV, p. 404, année 1861; et vol. CXXV, année 1865, p. 132.

PHYSIQUE. — *Réponse à une Note de* M. É. Fernet, *par* **M. J.-M. Seguin.**

« A propos de ma Communication du 7 juin dernier, M. Fernet a rappelé, dans une Note présentée le 28, les observations qu'il avait faites, en 1864, sur la lueur bleue qu'une décharge induite fait naître à l'extrémité d'un fil de platine rendu incandescent par la décharge elle-même.

» La conclusion de M. Fernet est celle-ci : La lueur bleue qui se prolonge sur le fil incandescent, et qui paraît continue, est instantanée et indépendante de l'incandescence. Il s'agit donc des caractères de la lueur observée dans des parties de la décharge où cette lueur est visible directement. Je ne l'ai regardée dans ces parties avec le prisme que pour apprendre à la reconnaître ailleurs. Comme il n'était pas certain pour moi qu'elle existât là où l'incandescence du fil m'empêchait de la voir directement, c'est là que je l'ai cherchée, et ma conclusion est que le prisme permet d'en constater l'existence.

» Les conclusions ne sont donc guère moins différentes que les modes d'observation. Cette double différence, sans m'ôter le regret de n'avoir pas cité la Note de M. Fernet, justifie, je pense, la publication de la mienne. »

CHIMIE. — *Sur un nouvel acide du soufre.* Note de **M. P. Schützenberger,** présentée par M. H. Sainte-Claire Deville (1).

« On sait qu'une solution d'acide sulfureux, mise en contact avec du zinc, acquiert en quelques instants une coloration jaune et la propriété de décolorer énergiquement l'indigo et la teinture du tournesol. Au bout de peu de temps cette liqueur dépose du soufre et perd son activité. M. Schoenbein, à qui l'on doit cette curieuse observation, admet que, sous l'influence du zinc et de l'acide sulfureux, l'oxygène combiné se convertit en ozone qui provoque la décoloration (*Journal für packtische Chemie*, t. LXI, p. 193).

» Comme la couleur de l'indigo et du tournesol décolorés reparaît au conctact de l'air, il est facile de s'assurer que le phénomène est dû à une réduction. La décoloration ayant lieu avec la liqueur séparée du zinc, il est encore évident que la réduction ne peut être attribuée à une action simultanée du métal et de l'acide sulfureux, mais qu'il se forme un composé

---

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier au *Compte rendu.*

spécial doué d'une grande puissance réductrice; or, comme aucun des composés oxygénés ou hydrogénés du soufre ne possède ce pouvoir réducteur instantané, j'étais fondé à supposer qu'une étude plus approfondie de cette réaction pourrait amener à des résultats intéressants.

» De nombreux essais dirigés en vue d'isoler un composé défini, doué des mêmes propriétés que la solution récente de zinc dans l'acide sulfureux, étaient restés infructueux à cause de la facilité avec laquelle le pouvoir décolorant se perd. En quelques minutes, en effet, il acquiert un maximum qui décroît progressivement et assez rapidement, en même temps que la couleur jaune du liquide disparaît avec production d'un trouble laiteux de soufre. J'avais pu constater cependant que :

» 1° La formation de l'hyposulfite de zinc, qui, avec le sulfite, est signalé comme un des termes de la réaction, n'a lieu que consécutivement, lorsque la puissance décolorante est en voie de décroissance;

» 2° Le liquide jaune réducteur, additionné de sulfate de cuivre, donne instantanément, et à froid, un précipité rouge très-ténu, formé, selon la dose de ce dernier, tantôt d'*hydrure de cuivre*, tantôt (s'il y a excès de sulfate) d'un mélange d'hydrure de cuivre et de cuivre métallique; l'hydrure de cuivre ainsi précipité se convertit assez rapidement en sulfure de cuivre : on conçoit en effet que l'hydrure de cuivre réduise l'acide sulfureux, comme le fait l'hydrogène sulfuré;

» 3° La même liqueur jaune réduit énergiquement les sels d'argent et de mercure avec précipitation de mercure ou d'argent métallique;

» 4° Le pouvoir décolorant maximum de la solution, mesuré au moyen d'une liqueur titrée d'hypermanganate, a été constamment, et dans un grand nombre d'expériences faites avec des solutions sulfureuses à divers degrés de concentration, trouvé égal à 1,5 fois le pouvoir décolorant de la solution sulfureuse avant le contact avec le zinc;

» 5° Pendant la dissolution du zinc il ne se dégage pas d'hydrogène.

» J'arrive maintenant à la description des expériences qui m'ont conduit à des résultats plus positifs.

» Lorsqu'on remplace l'acide sulfureux par une solution concentrée de bisulfite de soude, en employant du zinc en copeaux et en opérant à l'abri de l'air, enfin en refroidissant le mélange qui tend à s'échauffer, on constate que, d'une part, le pouvoir décolorant est infiniment plus grand qu'avec l'acide sulfureux, et que, d'un autre côté, il se maintient beaucoup plus longtemps, pourvu qu'on évite l'accès de l'air. Le zinc se dissout partiellement sans que le liquide se colore en jaune et sans dégagement d'hydrogène; au

bout d'une demi-heure environ, la réaction est terminée, et il se dépose une cristallisation assez abondante de sulfite double de zinc et de sodium.

» En décantant le liquide on observe que les copeaux de zinc encore imbibés de solution, étant exposés au contact de l'air, s'échauffent au point de répandre des vapeurs d'eau, et un thermomètre plongé dans la masse peut atteindre jusqu'à 55 à 60 degrés. Cette élévation de température est due à une combustion du liquide qui baigne encore le métal, car on l'observe aussi avec le liquide lui-même. Ainsi le filtre sur lequel on le passe s'échauffe très-sensiblement. Après un certain temps d'exposition à l'air le liquide a perdu ses propriétés spéciales; il ne contient alors plus que du sulfite double de zinc et de sodium et du bisulfite de soude. Une bande de papier de tournesol bleu plongé dans la solution zincique avant son oxydation se décolore instantanément et redevient rouge au contact de l'air. Ces phénomènes nous prouvent que le composé actif qui existe en forte proportion dans la solution zincique est très-sensible à l'action de l'oxygène.

» Voici comment j'opère pour isoler un produit défini. Le liquide (un demi-litre environ) est versé dans un ballon de 2 litres aux trois quarts plein d'alcool concentré; on bouche hermétiquement; il se forme de suite un premier dépôt cristallin, adhérent aux parois, en grande partie formé de sulfite double de zinc et de sodium, mélangé à une certaine proportion du produit actif dont la majeure partie reste en solution alcoolique; en effet, aussi bien la solution alcoolique que les cristaux précipités jouissent du pouvoir décolorant. Lorsqu'on traite le dépôt par l'eau il se dissout partiellement en laissant un abondant résidu cristallin de sulfite double peu soluble. Le *liquide alcoolique* clair, décanté dans un flacon qu'il doit remplir complétement, et bien bouché, est abandonné à lui-même dans un endroit frais. Au bout de quelques heures, ou même plus tôt (selon la concentration du bisulfite employé), il se prend presque en masse cristalline composée d'un feutrage de fines aiguilles incolores. On jette le tout sur une toile et on exprime rapidement; il reste sur la toile une quantité relativement peu abondante de matière solide, active, tandis que l'alcool filtré est complétement dépourvu du pouvoir décolorant.

» La masse humide ainsi obtenue s'échauffe instantanément : aussi faut-il se *hâter* de la mettre dans le vide aussi parfait que possible. Une fois secs, les cristaux effleuris sont transformés en une poudre blanche qui supporte l'action de l'oxygène sans s'échauffer et sans perdre son activité. Cette substance est très-soluble dans l'eau, soluble dans l'alcool étendu, insoluble

dans l'alcool fort. Elle ne contient que très-peu de zinc, 1, 5 à 2 pour 100, quantité insignifiante et qui ne peut être attribuée qu'à la présence d'une petite proportion de sulfite double. Il est du reste facile de l'éliminer entièrement en redissolvant les cristaux exprimés dans très-peu d'eau et en reprécipitant par l'alcool; nous verrons en outre plus loin que le même corps peut être obtenu avec le bisulfite de soude seul sans l'intervention d'aucun autre métal. Il est donc évident que le zinc n'entre pas dans la composition des cristaux actifs.

» Ces cristaux, après leur oxydation à l'air, laissent un résidu *uniquement* formé de bisulfite de soude, et l'oxydation n'est accompagnée d'aucun dégagement de gaz sulfureux ou autre.

» Leur solution décolore instantanément et énergiquement le sulfate d'indigo et le tournesol, précipite de l'hydrure de cuivre avec le sulfate de cuivre, de l'argent avec le nitrate d'argent.

» Ils ont une saveur chaude qui rappelle en tout celle du bisulfite; séchés dans le vide et chauffés dans un tube, ils fournissent un peu d'eau, du soufre, de l'acide sulfureux et un résidu formé de sulfate et de sulfure de sodium.

» L'analyse de ces cristaux secs a donné des nombres qui se rapprochent beaucoup de ceux que donnerait le bisulfite de soude S^2O^4NaO (notation ancienne). Le dégagement d'eau pendant la calcination du sel *sec* et la mise en liberté du soufre indiquent la présence de l'hydrogène dans ce composé, et c'est cet hydrogène, faiblement combiné, qui donne au corps *toutes les propriétés* de l'hydrogène naissant.

» Ce corps est le sel de soude d'un acide particulier, différant de l'acide sulfureux par la substitution de H à O. Sa formule, dans l'ancienne notation, doit être écrite

$$S^2O^3H.NaO;$$

dans la nouvelle notation, elle serait

$$\left.\begin{matrix} S\Theta_{''}H \\ Na \end{matrix}\right\} \Theta.$$

» Au contact de l'air, nous avons

$$S^2O^3HNaO + O^2 = S^2O^4NaO + HO.$$

» L'acide libre supposé anhydre serait S^2O^3H et représenterait de l'acide sulfureux S^2O^4 dans lequel 1 équivalent d'oxygène se trouve remplacé par 1 équivalent d'hydrogène.

» Cet acide, qui est beaucoup moins stable que son sel de soude, se

forme dans l'action de l'acide sulfureux sur le zinc :

$$S^2O^4 + Zn^2 + 2HO = S^2O^4.2ZnO + H^2,$$
$$S^2O^4 + H^2 = S^2O^3H, HO.$$

» On l'obtient aussi en ajoutant de l'acide sulfurique étendu (1 équivalent par litre), ou de l'acide oxalique aux cristaux. Il se forme ainsi une liqueur d'un beau jaune orangé foncé, douée d'un pouvoir décolorant intense. Cette liqueur se trouble bientôt, dépose du soufre et se décolore.

» En employant le bisulfite, l'augmentation du pouvoir décolorant mesuré, au moyen d'une solution d'hypermanganate, a toujours été trouvée égale au tiers du pouvoir décolorant de la solution primitive de bisulfite. Ce résultat et le premier confirment entièrement ma manière de voir. En prenant, en effet, comme unité le pouvoir réducteur de 1 équivalent d'acide sulfureux, on a

$$2S^2O^4 + Zn + 2HO = S^2O^4Zn^2O^2 + S^2O^3H.HO :$$

le premier membre (zinc à part) renferme 2 unités décolorantes; le second en contient 3, différence = 1, moitié de 2;

$$3(S^2O^4NaO) + Zn^2 + H^2O^2$$
$$= (SO^2NaO)^2 + (SO^2ZnO)^2 + S^2O^3H.NaO + HO :$$

le premier membre (zinc à part) contient 3 unités décolorantes; le second en renferme 4, différence = 1, le tiers de 3.

» En raison de sa composition et de son mode de formation, je propose de donner à cet acide le nom d'ACIDE HYDROSULFUREUX, le sel étudié plus haut étant de l'hydrosulfite de soude.

» La formation de l'hydrosulfite de soude a lieu également en remplaçant le zinc par d'autres métaux qui décomposent l'eau sous l'influence des acides (fer, manganèse, magnésium). Dans toutes ces expériences, il est facile de s'assurer que la production d'hyposulfites n'est qu'un phénomène consécutif secondaire dû à la destruction lente et spontanée de l'hydrosulfite de zinc; on a en effet

$$S^2O^3HNaO = HO + S^2O^2NaO.$$

» Lorsqu'on met du bisulfite de soude dans un vase poreux de pile, celui-ci étant placé lui-même dans de l'eau acidulée à l'acide sulfurique, et qu'on électrolyse le liquide en immergeant le pôle négatif dans le bisulfite, on constate un dégagement d'oxygène au pôle positif, tandis qu'aucun dégagement gazeux n'a lieu au pôle négatif; en même temps le bisulfite

devient décolorant et actif en se chargeant de plus en plus d'hydrosulfite.

» Il suffit même de remplacer, dans la pile de Bunsen, l'acide nitrique par du bisulfite de soude pour constater le fait; on forme ainsi un couple qui ne le cède pas beaucoup en intensité au couple Bunsen, et qui se maintient constant assez longtemps. »

CHIMIE. — *Sur la cristallisation des oxydes métalliques.* Note de **M. Sidot**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« On rencontre généralement dans la nature les oxydes métalliques, comme les sulfures, sous la forme cristalline, mais peu de ces corps avaient été reproduits cristallisés artificiellement. C'est l'analogie qui existe entre les oxydes et les sulfures d'un même métal qui m'a conduit à de nouveaux rapprochements de propriétés entre ces divers corps.

» J'ai pu, en effet, établir un parallélisme plus complet qu'il n'avait été fait jusqu'alors, en reproduisant artificiellement la cristallisation des oxydes des métaux de la troisième section (exemple: l'oxyde de fer, de manganèse, de chrome, de zinc et de cadmium), qui correspondent aux sulfures de ces mêmes métaux.

» J'ai obtenu l'oxyde magnétique de fer cristallisé, en soumettant le sesquioxyde de fer ou colcotar à une température très-élevée dans un creuset de platine entouré d'un creuset de terre, pendant deux heures environ. A cette haute température, le colcotar perd de son oxygène pour passer à un état plus stable d'oxygénation fixe aux températures les plus élevées. Après le refroidissement de la matière, cet oxyde avait l'apparence d'une masse fondue, d'aspect métallique et fortement magnétique, cristallisée en octaèdres réguliers, identique à l'oxyde magnétique naturel. Si, au contraire, la température n'a pas été assez élevée et suffisamment prolongée, on n'obtient que de l'oxyde magnétique polaire, qui se présente sous la forme d'une masse fortement agglomérée et non fondue.

» L'oxyde rouge salin de manganèse obtenu par voie sèche ou par voie humide, traité en tout point comme le colcotar, donne comme lui, après le refroidissement, un oxyde d'apparence fondue et cristallisé en octaèdres, isomorphe à l'oxyde magnétique de fer.

» On peut obtenir plus directement la cristallisation de l'oxyde rouge de manganèse en calcinant fortement le bioxyde de manganèse naturel cristallisé dans un creuset de platine. Cet oxyde, en abandonnant le tiers

de son oxygène, change en même temps de forme cristalline et prend l'aspect d'un gris noir plus métallique que le bioxyde; mais, réduit en poudre, il est d'un rouge chocolat comme le précédent.

» L'oxyde de cadmium cristallisé s'obtient en faisant passer un courant d'oxygène sur de l'oxyde amorphe chauffé au rouge blanc dans un tube de porcelaine, pendant deux ou trois heures au moins. L'oxyde commence par fondre en donnant un verre jaune transparent qui se volatilise entièrement pour aller cristalliser sur des rameaux d'amiante placés à l'extrémité de sortie du tube. J'ai obtenu ainsi une cristallisation plus belle et plus abondante que celle qui se forme sur les parois du tube. Ces cristaux paraissent cubiques et d'une couleur rouge foncée.

» J'ai obtenu l'oxyde de zinc en aiguilles prismatiques hexagonales en faisant passer un courant d'oxygène sur de l'oxyde amorphe qui avait été préalablement calciné dans un creuset de platine à température élevée. Cet oxyde, qui avait déjà pris la forme cristalline par la calcination, a été ensuite placé au centre d'un tube de porcelaine chauffé au rouge blanc pendant quatre heures environ, et, sous l'influence du courant d'oxygène et de la haute température, les cristaux ont pris un plus grand développement.

» En traitant l'oxyde de chrome comme l'oxyde de zinc, j'ai pu l'obtenir en belles lames hexagonales d'un beau vert transparent et d'une assez grande dimension.

» Quant aux oxydes de cobalt et de nickel, ils sont réduits par la chaleur seule. Ce fait, qui a été constaté à plusieurs reprises, a été expliqué par l'intervention des gaz réducteurs du foyer. Cette interprétation, très-rationnelle en apparence, ne l'est plus autant d'après mes expériences. En effet, j'ai traité l'oxyde de cobalt et de nickel de la même manière, et dans les mêmes conditions de température, que les oxydes de la même famille cités plus haut qui n'ont donné aucune trace apparente de réduction. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Chaleur de combustion de l'acide cyanique et de ses isomères.* Note de **MM. L. Troost** et **P. Hautefeuille**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Nous avons montré dans notre dernière Communication comment les propriétés des isomères de l'acide cyanique permettent de mesurer le dégagement de chaleur qui accompagne les transformations isomériques de cet

acide sans avoir égard à la chaleur latente absolue de l'un quelconque de ces corps. Aujourd'hui nous nous proposons de déterminer leurs chaleurs de combustion.

» Comme la combustion vive de ces corps est toujours accompagnée de la formation d'une petite quantité de vapeur nitreuse, nous avons dû avoir recours à la voie humide. Le corps que nous avons employé pour produire ces combustions est l'acide hypochloreux en dissolution plus ou moins concentrée. Nous avons ainsi reconnu que l'acide cyanurique peut seul être complétement brûlé par l'acide hypochloreux qui le transforme en eau, acide carbonique et azote. L'acide cyanique, soumis à l'action du même oxydant, se transforme intégralement en acide carbonique et chlorure d'azote; quant à la cyanilide, elle n'éprouve qu'une combustion incomplète même au contact de l'acide hypochloreux au maximum de concentration.

» I. *Chaleur de combustion de l'acide cyanurique.* — La combustion de l'acide cyanurique s'effectue avec une grande netteté quand on emploie l'acide hypochloreux en dissolution saturée; elle est alors assez rapide pour que la marche du calorimètre puisse donner des indications d'une très-grande exactitude.

» En recueillant les gaz qui se produisent dans la réaction, on constate qu'ils contiennent tout l'azote qui existait dans l'acide cyanique employé, et que par suite la combustion a été complète. Les résultats bruts de l'expérience ont seulement besoin de subir une correction par suite de la décomposition spontanée que subit une petite quantité d'acide hypochloreux concentré. On trouve ainsi 1940 calories pour la chaleur de combustion de 1 gramme d'acide cyanurique sec (soit 250 260 calories par équivalent).

» II. *Chaleur de combustion de l'acide cyanique.* — La chaleur de combustion de l'acide cyanique pourrait être obtenue sans expérience nouvelle; il suffirait, en effet, d'ajouter à ce nombre de 1940 calories la chaleur que dégage 1 gramme d'acide cyanique en se transformant en acide cyanurique; or nous avons vu, dans notre dernière Communication, que cette chaleur de transformation est représentée par 334 calories. La somme de ces deux quantités, c'est-à-dire 2274 calories, représente donc la chaleur de combustion de 1 gramme d'acide cyanique (soit 97 780 calories par équivalent). Nous avons tenu à nous assurer, par des expériences directes, de l'exactitude de ce chiffre, et nous en avons obtenu la vérification par deux méthodes complétement différentes l'une de l'autre.

» 1° *Par l'acide hypochloreux.* La première méthode repose sur l'emploi de l'acide hypochloreux, qui transforme l'acide cyanique en acide carbonique et en chlorure d'azote. Pour obtenir par ce procédé la chaleur de combustion de l'acide cyanique, c'est-à-dire la chaleur que dégagerait ce corps en se transformant en eau, acide carbonique et azote, on détermine expérimentalement la quantité de chaleur que dégage cet acide en donnant de l'acide carbonique et du chlorure d'azote; on retranche de cette quantité celle due à la décomposition de l'acide hypochloreux employé à la réaction, et enfin on y ajoute la quantité de chaleur que dégage le chlorure d'azote en se décomposant. Cette chaleur de décomposition du chlorure d'azote a été obtenue par M. H. Sainte-Claire Deville et l'un de nous, et trouvée égale à 38477 calories par équivalent. Plusieurs expériences très-concordantes, et dans lesquelles nous n'avons pas obtenu moins de 2 à 3 grammes de chlorure d'azote, nous ont donné, toute correction faite, le nombre de 2320 calories pour la chaleur de combustion de 1 gramme d'acide cyanique.

» 2° *Par l'acide sulfurique concentré.* En faisant réagir sur l'acide cyanique l'acide sulfurique concentré, on obtient un dégagement d'acide carbonique, et il se forme du sulfate d'ammoniaque. Cette expérience donne, outre la chaleur que dégage l'acide cyanique en se transformant aux dépens de l'eau en acide carbonique et ammoniaque, celle que dégage l'ammoniaque en se combinant à l'acide sulfurique.

» Pour en déduire la chaleur qui se serait dégagée si l'acide s'était changé en acide carbonique, eau et azote, il faut retrancher du nombre obtenu la chaleur de combinaison de l'ammoniaque avec l'acide sulfurique, puis ajouter la chaleur de combustion du gaz ammoniac.

» Cette chaleur de combustion du gaz ammoniac est connue depuis les travaux de MM. Favre et Silbermann; quant à la chaleur de combinaison du gaz ammoniac avec l'acide sulfurique, nous l'avons déterminée directement en faisant arriver dans l'acide sulfurique placé dans le calorimètre un volume de gaz ammoniac égal à celui que produit la décomposition du gaz acide cyanique employé. On est ainsi conduit au nombre 2260 calories pour la chaleur dégagée par 1 gramme d'acide cyanique.

» Deux procédés complétement différents nous donnent donc les valeurs 2320 et 2260 calories. Nous admettons la moyenne de ces deux nombres, c'est-à-dire 2290 calories, comme représentant la chaleur de combustion de 1 gramme d'acide cyanique (soit 98470 calories par équivalent). En admettant ce nombre, et tenant compte des chaleurs de trans-

formation que nous avons fait connaître, on est conduit au nombre 1880 calories pour la chaleur de combustion de la cyamélide, et au nombre 1956 calories pour la chaleur de combustion de l'acide cyanurique (soit 252 320 calories par chaque équivalent). Ce nombre diffère peu, comme on le voit, du nombre 1940 calories par gramme (soit 250 260 calories par équivalent) que nous avons obtenu directement en brûlant l'acide cyanurique par l'acide hypochloreux au maximum de concentration.

» On n'avait jusqu'ici, pour calculer les chaleurs dégagées ou absorbées dans les réactions où interviennent les composés cyaniques, d'autre donnée expérimentale que la chaleur de combustion du cyanogène déterminée par Dulong. Les résultats que nous venons de faire connaître permettent de calculer les quantités de chaleur dégagées dans toutes les réactions dans lesquelles les acides oxygénés du cyanogène prennent naissance ou se détruisent. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *De la fabrication de phosphates assimilables et de la production de la gélatine au moyen de l'acide sulfureux; par* **M. A. Bobierre.**

« J'ai l'honneur de prier l'Académie de vouloir bien ouvrir le paquet cacheté que j'avais déposé en mai 1865, afin d'appeler l'attention des industriels sur la possibilité d'utiliser l'acide sulfureux soit pour la modification des phosphates réfractaires aux influences du sol, soit pour la fabrication de la gélatine.

» L'opportunité de ma démarche résulte de la récente publication d'un brevet pris en France et à l'étranger pour le même objet. Ce brevet ne saurait être un obstacle aux recherches et aux applications techniques, puisque, dans le mois de février 1866, poursuivant les recherches mentionnées dans mon paquet cacheté de mai 1865, je présentais à la Société académique de Nantes des échantillons de phosphates régénérés et de gélatine parfaitement blanche obtenus à l'aide de l'acide sulfureux (1). Tout brevet récent ayant le même objet est donc nul, de plein droit, par le fait même de ma Communication, mais celui auquel je fais allusion a du moins l'avantage d'établir, que, chez des industriels opérant sur une grande échelle, le traitement des os par l'acide sulfureux a été considéré comme pratique et avantageux dans certains cas.

» J'ajouterai que, si le faible degré aréométrique de la solution aqueuse

(1) *Annales de la Société académique de Nantes*, 1866, deuxième semestre; imprimerie Mellinet.

d'acide sulfureux est, comme je l'ai reconnu, un obstacle assez sérieux à son emploi pour la transformation des *phosphorites* et des *apatites*, il ne faut pas oublier qu'il serait possible d'employer des solutions faites *sous pression*. La question s'élargit encore si l'on réfléchit aux torrents d'acide sulfureux dont le grillage des minerais de plomb, en particulier, détermine l'échappement en pure perte dans l'atmosphère. »

M. le Secrétaire perpétuel ayant ouvert le paquet cacheté déposé dans les archives de l'Académie le 21 mai 1865, en donne lecture. Cette pièce renferme les résultats obtenus par l'auteur en traitant les phosphates de chaux par l'acide sulfureux, en vue de les convertir en phosphates acides, ou de les désagréger et de les rendre solubles ou absorbables.

PHYSIOLOGIE. — *Influence des courants électriques sur l'élimination de l'urée.* Note de **MM. Ch. Legros** et **Onimus**, présentée par M. Longet.

« Les variations qui surviennent dans l'élimination de l'urée font juger de l'activité plus ou moins grande de l'oxydation des substances azotées, et, par conséquent des phénomènes de nutrition. Nous avons pensé qu'il y avait une importance réelle à connaître l'influence de l'électricité sur la nutrition, en nous appuyant sur le dosage de l'urée.

» Nous avons expérimenté principalement sur les lapins, à cause de la facilité du cathétérisme de ces animaux; dans quelques cas, c'est sur nous-mêmes que les observations ont été prises, mais alors les résultats sont moins frappants, à cause des ménagements employés quant à la durée et à l'intensité de l'électrisation.

» Sur les lapins nous avons fait nos recherches de plusieurs façons, en variant l'excitation électrique et le mode d'examen de l'urine. Généralement l'électrisation durait une demi-heure, l'un des rhéophores était placé sur une patte postérieure et l'autre dans la région lombaire. Pour l'analyse de l'urée, nous avons suivi le procédé de M. Lecomte, qui consiste à doser l'azote de l'urée, traitée par les hypochlorites alcalins. Dans le résumé des observations, nous donnons la quantité d'azote obtenue (37 centimètres cubes d'azote correspondent à un décigramme d'urée).

» Nous avons d'abord analysé l'urine avant et après l'électrisation, sans tenir compte de la quantité totale d'urine et du temps pendant lequel elle était sécrétée. On constatait ainsi que l'urine examinée après l'emploi des courants interrompus contenait beaucoup moins d'azote qu'avant l'électrisation; après les courants continus centrifuges nous trouvions également

moins d'azote; mais nous en trouvions beaucoup plus après les courants centripètes. Voici quelques chiffres qui représentent l'azote retirée de 10 grammes d'urine :

Courant ascendant.		Courant descendant.	
Avant.	Après.	Avant.	Après.
9cc	21cc	25cc	17cc
43	60	34	21

» Remarquons que la quantité d'urée est extrêmement variable chez le lapin, suivant qu'il est à jeun ou en digestion, malade ou bien portant; c'est ce qui explique les différences notables de nos analyses.

» Sans vouloir citer toutes les observations, nous mentionnerons des analyses analogues de l'urine de l'un de nous, faites avant et après l'électrisation sur la colonne vertébrale :

Courant ascendant.		Courant descendant.	
Avant.	Après.	Avant.	Après.
50cc	53cc	50cc	47cc
40	45	76	71

sur 10 grammes d'urine pour chaque analyse.

» Aux mêmes heures, l'urine ayant eté examinée à deux reprises, mais sans l'intervention de l'électricité, nous trouvons des différences insignifiantes :

Urine n° 1	50cc
Urine n° 2.....................	51

» Les expériences instituées de cette façon sont insuffisantes, elles montrent seulement que, pour la même quantité d'urine, il y a plus d'azote avec le courant ascendant et moins avec le descendant.

» Dans une autre série d'observations, nous examinions l'urine secrétée en vingt-quatre heures, avant et après l'électrisation. Le lapin était placé dans une cage destinée à recueillir l'urine, et électrisé pendant une demi-heure.

Urine de 24 heures, courant descendant.

Avant l'électrisation.		Après l'électrisation.	
Urine.	Azote.	Urine.	Azote.
190gr	494cc	180gr	414cc
313	682	220	462

Urine de 24 heures, courant ascendant.

Avant l'électrisation.		Après l'électrisation.	
Urine.	Azote.	Urine.	Azote.
gr 143	cc 252	gr 218	cc 462
250	325	245	343

» On voit, par ces nombres, que l'on n'obtient pas de cette manière des résultats bien tranchés, et cela se comprend, car l'influence du courant s'exerce pendant le passage de celui-ci et quelque temps après; mais, au bout d'une heure ou deux, l'animal se trouve dans les conditions ordinaires, et même il fabrique plus d'urée s'il y a eu diminution de celle-ci pendant l'électrisation, et moins s'il y a eu augmentation, de sorte qu'il s'établit une sorte d'équilibre, et que l'on ne peut juger ainsi exactement ce qui appartient aux courants.

» Laissant donc de côté un grand nombre d'observations, nous arrivons au procédé le plus rationnel, qui consiste à analyser l'urine sécrétée en un temps donné, à électriser ensuite, puis à analyser de nouveau l'urine sécrétée pendant et après l'électrisation, en un temps égal au premier; quelquefois on continuait, d'heure en heure, la recherche de l'urée.

» *Courants interrompus* — Nous avons employé l'appareil électromédical de Gaiffe, au bisulfate de mercure, en ayant soin que le courant fût aussi faible que possible et insensible aux doigts humides; les rhéophores munis d'une aiguille étaient enfoncés sous la peau.

En une heure avant l'électrisation.		Après, d'heure en heure.					
		1re heure.		2e heure.		3e heure.	
Urine.	Azote.	Urine.	Azote.	Urine.	Azote.	Urine.	Azote.
gr 6,5	cc 9,5	gr 5,0	cc 6,0	gr 15,0	cc 22,0	gr »	cc »
5,0	9,0	4,0	4,8	15,0	18,0	5,0	15,0
10,0	49,0	8,0	18,0...	L'animal urine abondamment pendant la nuit; 10 grammes de cette urine donnent 85 centigrammes cubes d'azote.			

En une heure avant l'électrisation.		Après, d'heure en heure.					
		1re heure.		2e heure.		3e heure.	
Urine.	Azote.	Urine.	Azote.	Urine.	Azote.	Urine.	Azote.
gr 5,0	cc 25,0	gr 1 goutte.	cc »	gr 18,0	cc 43,0	gr »	»
6,0	12,5	1 goutte.	»	6,0	12,0	»	»
34,0	54,4	16,0	35,0	32,0	57,6	»	»
6,0	8,4	5 gouttes.	»	13,0	16,9	3,0	6,0

» On remarquera que l'influence du courant se prolonge souvent après la cessation de l'électrisation, et qu'ensuite il y a une sorte de réaction et exagération dans la formation de l'urée.

Courants continus centrifuges (obtenus avec un appareil Rémak, 18 éléments).

En une heure avant l'électrisation.		Après, d'heure en heure.					
		1re heure.		2e heure.		3e heure.	
Urine.	Azote.	Urine.	Azote.	Urine.	Azote.	Urine.	Azote.
gr 4,5	cc 20,0	gr 15,0	cc 14,0	gr 4,0	cc 12,0	gr 7,0	cc 16,0
7,0	10,5	8,0	8,0	»	»	»	»
6,0	18,2	18,0	17,0	»	»	»	»
6,0	19,0	8,0	18,0	25,0	22,0	»	»
6,0	10,0	10,0	8,0	»	»	»	»

Courants continus centripète.

En une heure avant l'électrisation.		Après, d'heure en heure.					
		1re heure.		2e heure.		3e heure.	
Urine.	Azote.	Urine.	Azote.	Urine.	Azote.	Urine.	Azote.
gr 4,0	cc 6,0	gr 5,0	cc 10,0				
3,0	10,0	8,0	17,0	gr 3,0	cc 7,5	gr 5,5	cc 19,0
3,0	5,5	12,0	18,0	»	»	»	»
4,0	6,0	9,0	13,5	»	»	»	»
9,0	16,0	11,0	18,0	10,0	11,0	»	»
4,0	4,2	5,0	20,0	»	»	»	»
7,0	21,5	8,0	32,5	24,0	33,6	»	»
2,5	7,5	4,0	12,0	»	»	»	»
9,0	11,6	12,5	22,0	»	»	»	»
14,0	21,0	7,0	22,4	8,5	22,0	»	»

» D'après ces chiffres, on reconnaît : 1° que les courants interrompus diminuent la quantité d'urine ainsi que la quantité d'azote; 2° que les courants continus centrifuges font habituellement baisser le chiffre de l'urée, et monter celui de l'urine; 3° que les courants continus centripètes exagèrent la production de l'urée sans accroître notablement la secrétion de l'urine qui est même quelquefois diminuée. Telles sont les conclusions générales que nous pouvons tirer de plus de 250 analyses d'urines.

» En électrisant nos animaux, avons-nous simplement modifié la sécrétion rénale en influençant la circulation? On sait en effet que les courants interrompus diminuent la circulation, et par conséquent les sécrétions, et nous avons démontré dans un Mémoire présenté à l'Académie des Sciences (*Recherches sur la circulation*), que le courant descendant augmentait le

cours du sang, qui était au contraire ralenti par le courant ascendant. Cette interprétation pourrait être vraie en ce qui regarde la quantité d'urine, mais elle n'expliquerait pas la diminution d'urée par les courants interrompus, et son augmentation par les courants continus ascendants.

» Nous sommes disposés à croire que les courants interrompus affaiblissent les phénomènes de nutrition générale, et que les courants continus, en facilitant l'endosmose et la dialyse, accroissent les échanges qui se font dans les tissus; en outre, le courant centripète, en agissant sur le système nerveux central, détermine une réaction plus forte, une sorte d'état fébrile artificiel qui nous explique ses effets. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la fermentation acétique de l'alcool méthylique; par* **M. A. Béchamp.**

« L'alcool subit un genre nouveau de fermentation dans lequel, au lieu de produits de dédoublement, apparaissent au contraire des produits d'une synthèse évidente. Il était intéressant d'étudier, au même point de vue, la fermentation d'alcools homologues. L'alcool amylique a résisté jusqu'ici à l'action des ferments qui transforment l'alcool éthylique, mais il n'en est pas de même de l'esprit de bois.

» Le 5 septembre 1868, j'avais mis en réaction le mélange suivant : alcool méthylique, 120 grammes; pulpe de foie de mouton frais, 22 grammes; craie de Sens, 250 grammes; eau, 14 litres. L'alcool méthylique avait, à plusieurs reprises, été distillé sur la chaux; il bouillait à 60 degrés et possédait encore l'odeur de l'esprit de bois brut. Les 22 grammes de foie frais représentaient $4^{gr},6$ de matière sèche.

» La lenteur de la réaction n'a pas permis de déterminer la nature des gaz dégagés. Le 15 juin 1869, l'appareil a été ouvert. L'odeur du produit est aromatique et pénétrante, un peu poivrée et bitumineuse.

» En procédant comme à l'ordinaire, j'ai isolé 96 grammes d'acétate de soude cristallisé, c'est-à-dire plus de 42 grammes d'acide acétique, et environ 6 grammes d'acides gras odorants et volatiles, homologues de celui-là. Dans les eaux mères de l'acétate, qui sont très-peu abondantes, j'ai constaté la présence d'une très-petite quantité de formiate. Enfin j'ai encore retiré 56 grammes d'alcool méthylique non transformé, possédant aussi l'odeur primitive de l'esprit de bois brut.

» En résumé, dans les conditions de l'expérience, c'est l'acide acétique qui est le terme dominant; on sait que, pour la fermentation de l'alcool ordinaire, le terme dominant est l'acide caproïque.

» Dans les circonstances spéciales où je m'étais placé, les ferments ont pris un caractère particulier : outre les microzymas qui étaient les plus nombreux, il y avait des bactéries mobiles, des vibrions et même des spirillums. »

« **M. Daubrée**, au nom de M. de Dechen, ancien Directeur général des Mines de Prusse, fait hommage à l'Académie de la seconde édition de la Carte géologique d'ensemble de l'Allemagne, de la France, de l'Angleterre et des régions adjacentes, que ce savant géologue vient de publier (1).

» La première édition de ce travail, qui a paru en 1839, s'est rapidement répandue; car elle offrait, dans un format convenablement choisi, à l'échelle de $\frac{1}{2,500,000}$, un tableau clair de la constitution du sol de l'Europe centrale.

» De nombreuses cartes géologiques, relatives aux diverses parties de cette région, ont été faites depuis trente ans, et notamment la Carte, en trente-deux feuilles, qui fait si bien connaître la Prusse rhénane et la Westphalie occidentale, et dont on est redevable à M. de Dechen. Toutes ces publications ont été mises à profit et ont servi à une révision du travail primitif. Cette seconde édition, dont l'échelle est la même que celle de la première, a été exécutée par la chromolithographie.

» Dans une brochure jointe à la Carte, M. de Dechen fait connaître les sources auxquelles il a eu recours, et de quelle manière il a rapporté les divisions des terrains de chaque auteur à celles qu'il a adoptées lui-même. »

A 5 heures et demie, l'Académie se forme en comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Zoologie et la Section de Botanique, par l'organe de **M. Brongniart**, présentent la liste suivante de Candidats pour la chaire d'Histoire naturelle, vacante au Collége de France par suite du décès de *M. Flourens*:

En première ligne. . . . . . . **M. Marey.**
En deuxième ligne. . . . . . . **M. A. Moreau.**

(1) *Geognostische Uebersichtskarte von Deutschland, Frankreich and England.* Berlin, Simon Schropp; 1869.

La Section de Chimie, par l'organe de son doyen **M. Chevreul**, présente, à l'unanimité, la liste suivante de Candidats pour la place de Correspondant, devenue vacante par la mort de *M. Schœnbein :*

En première ligne . . . . . . **M. Dessaignes.**
En deuxième ligne . . . . . . **M. Chancel.**
En troisième ligne . . . . . . **M. Reboul.**

Les titres de ces candidats sont discutés.
L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures un quart. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 12 juillet 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

Théorie mécanique de la chaleur, avec ses applications aux machines; par M. le Dr G. Zeuner, 2e édition, entièrement refondue; ouvrage traduit de l'allemand par MM. M. Arnthal et A. Cazin. Paris, 1869; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société d'Anthropologie de Paris, t. III, 2e série, 5e fascicule, juin à décembre 1868. Paris, 1869; in-8°.

Annales de la Société académique de Nantes et du département de la Loire-Inférieure, 1868, 1er et 2e semestres. Nantes, 1868; in-8°.

Mémoires de la Société d'Agriculture, Sciences, Belles-Lettres et Arts d'Orléans, 2e série, t. XII, n° 3, 1869, 3e trimestre. Orléans, 1869; in-8°.

Caractères qui établissent la viabilité chez les nouveau-nés au point de vue de la médecine légale; par M. le Dr Géry père. Paris, 1869; in-8°. (Présenté par M. le baron J. Cloquet.)

Annales de la Société impériale d'Agriculture, Industrie, Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de la Loire, t. XII, année 1868, livraisons 1 à 4, janvier à décembre 1868. Saint-Étienne, 1868; 4 livraisons in-8°.

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 JUILLET 1869.

PRÉSIDENCE DE M. CLAUDE BERNARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Examen de la discussion soulevée au sein de l'Académie des Sciences au sujet de la découverte de l'attraction universelle* [suite et fin (1)]; *par* **M. Le Verrier**. [Extrait par l'Auteur (2).]

VI. — Des masses des planètes. — De la gravité a leurs surfaces et de leurs densités. — Des comètes.

« La détermination des masses des planètes, de la force de la gravitation à leurs surfaces, et de leurs densités respectives aurait été effectuée par Pascal, si l'on en croyait les Notes suivantes communiquées par M. Chasles dans la séance du 15 juillet 1867 :

On connoît la puissance de la gravité sur la terre, par la descente des corps pesans, et en évaluant la tendance de la lune sur la terre, ou son écart de la tengente à son orbite, dans un temps donné quelconque. Cela posé, comme les planètes font leur révolution au-

---

(1) *Voir* les *Comptes rendus:* séance du 21 juin, t. LXVIII, p. 1425; séance du 5 juillet, t. LXIX, p. 5, et séance du 12 juillet, t. LXIX, p. 72.

(2) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier au *Compte rendu*.

tour du Soleil et que deux d'entre elles (Jupiter et Saturne) ont des satellites, en évaluant par leurs mouvements combien une planète a de tendance vers le Soleil ou s'écarte de la tangente dans un temps donné, et combien quelques satellites s'écartent de la tengente de leur orbite, dans le même temps, on peut déterminer la proportion de la gravité d'une planète vers le Soleil, et d'un satellite vers sa planète, à la gravité de la lune vers la terre, et leurs distances respectives. PASCAL. (LXV, 92.)

J'ay dit que comme les planètes font leur révolution autour du soleil, et que deux d'entre elles ayant des satellites, en évaluant par leur mouvement combien une planète a de tendance vers le soleil, ou s'écarte de la tengente dans un temps donné, etc. Il ne faut pour cela que conformément à la loi générale de la variation de la gravité, calculer les forces qui agiroient sur ces corps à distances égales du soleil, de Jupiter, de Saturne et de la terre. Et ces forces donnent la proportion de matière contenue dans ces différens corps. C'est par ces principes qu'on trouve que les quantités de matière du soleil, de Jupiter, de Saturne et de la terre sont entre elles comme les nombres

$$1, \frac{1}{1067}, \frac{1}{3021}, \frac{1}{169282}.$$

PASCAL. (LXV, 93.)

On trouve par ces règles que la proportion de la force de l'attraction ou gravitation réciproque du soleil, de Jupiter (1) et de la terre à leur surface respective, est en raison de ces nombres 1000 (2), 943, 529, 435 respectivement.... PASCAL. (LXV, 132.)

La terre est plus dense que Jupiter, et Jupiter plus dense que Saturne, de façon que les planètes les plus proches du soleil sont les plus denses. La proportion des quantités de matières contenues dans ces corps estant ainsy déterminée, et leur volume étant connu par les observations astronomiques, on calcule aisément combien de matière chacun d'eux contient dans le même volume. Ce qui donne la proportion de leurs densités qu'on exprime par ces nombres : 100, 94 $\frac{1}{2}$, 67 et 400. PASCAL. (LXV, 133.)

» Rappelons avant tout que ces rédactions concordent avec des passages du texte de l'*Exposition du système du monde de Newton* par Savérien ; et que dans l'examen de cette circonstance, nous avons déjà trouvé des preuves suffisantes que ce sont bien les Notes précédentes qui ont été copiées sur Savérien et non pas l'inverse. Dans la dernière, toutefois, le copiste, en renversant les phrases de Savérien, a prêté à Pascal une ineptie. Remarquons encore que cette phrase : ET *leurs distances respectives*..., qui termine la première Note, serait dénuée de sens. Il faut lire : A *leurs distances respectives*..., comme dans le texte de Savérien. C'est encore l'écrivain des Notes qui a commis la faute.

» Présentement nous avons à rechercher à quelles conclusions légitimes peut conduire la discussion de ces Pièces.

---

(1) Saturne est oublié.

(2) Il faudrait ici 10000 au lieu de 1000.

» Les observations employées par Newton sont-elles bien dues aux astronomes ses contemporains, comme il l'indique ?

» Les masses de Jupiter, Saturne et la Terre, données par Newton, ainsi que la gravitation à leurs surfaces respectives et leurs densités, correspondent-elles aux observations précédentes ?

» Pascal a-t-il pu disposer des données indispensables pour les calculs qu'il aurait effectués ?

» Soient :

m la masse d'une planète rapportée à celle du Soleil, supposée égale à 1000,

T le temps périodique sidéral de la planète,

θ Le temps périodique sidéral d'un satellite,

ε La plus grande élongation héliocentrique du satellite.

» On a, en se tenant aux termes du premier ordre, la formule

$$\text{(A)} \qquad \frac{1}{m} = \left(\frac{\theta}{T}\right)^2 \frac{1}{\tan^3 10\varepsilon}.$$

La substitution de l'angle $10\,\varepsilon$ à l'angle ε, comme on a l'habitude de le faire pour les petits angles, permet de prendre les lignes trigonométriques à vue dans les Tables calculées de 10″ en 10″. On repasse facilement à l'hypothèse où la masse du Soleil est égale à l'unité.

« Soient encore :

d le diamètre de la planète, rapporté à celui du Soleil supposé égal à 10,

g la gravitation à la surface, cette force étant représentée par 10000 à la surface du Soleil,

δ la densité moyenne de la planète, celle du Soleil étant égale à 100.

$$\text{(B)} \qquad g = \frac{1000m}{d^2}$$

$$\text{(C)} \qquad \delta = \frac{g}{10d}.$$

» Examinons successivement les valeurs des diverses quantités qui entrent dans ces formules.

Les temps périodiques.

» Ainsi que le dit Newton à l'égard des planètes : *de mensurâ quidem temporum periodicorum convenit inter astronomos universos* (1). Nous n'avons donc

(1) *De mundi systemate.* Liber tertius, p. 8; édition d'Horsley, t. III.

qu'à rapporter les valeurs en jours, telles que les donne Newton (p. 9) :

Jupiter.........	T = $4332^{j},5$	log. T = 3,6367
Saturne.........	10759,3	4,0318
La Terre........	365,256	2,5626

» Les temps périodiques des satellites sont rapportés par Newton comme il suit (p. 22) :

Jupiter. — Quatrième satellite......	$\theta = 16^{j}.16^{h}\frac{8}{15}$	$\log\theta = 1,2224$
Saturne. — Satellite Hugénien......	$15.22\frac{2}{3}$	1,2026
La Terre. — La Lune............	$27.\ 7.43^{m}$	1,4365

» A l'objection puissante résultant de l'identité des résultats donnés par Newton pour les masses de Jupiter, Saturne et la Terre, avec les résultats trouvés dans les Notes attribuées à Pascal, identité qui se reproduit pour les valeurs des gravitations à la surface et pour les valeurs des densités moyennes, M. Chasles répondait à M. Grant (LXV, p. 586) :

« M. Grant dit que Newton s'est servi, pour calculer ses nombres, de » telles et telles observations de Pound, de Cassini,.... Mais qu'en sait-il? » Connaît-il ces observations? Peut-il prouver ce qu'il avance?

» Oui sans doute, on le peut. Nous montrerons même par quelques exemples qu'on peut faire des preuves surabondantes, que les astronomes savent vraiment ce qu'ils disent quand ils traitent d'Astronomie et que, suivant une expression de M. Adams, il est dangereux de jouer avec les chiffres.

» La période du quatrième satellite de Jupiter savoir : $16^{j}16^{h}\frac{8}{15}$ (*Newton*, p. 22), ou plus exactement $16^{j}16^{h}32^{m}9^{s}$ (*Newton*, p. 5), est empruntée aux Tables des satellites de Jupiter par Pound et Bradley, Tables achevées en 1719, mais qui ne furent publiées qu'en 1749 en même temps que les Tables planétaires de Halley (LXV, 574).

» Les périodes des satellites de Saturne sont empruntées à Cassini. Newton le dit positivement. *Cassinus utique ex observationibus suis periodica tempora satellitum saturniorum hujusmodi esse statuit* (p. 7) :

$1^{j}.21^{h}.18^{m}.27^{s}$
2.17.41.22
4.12.25.12
15.22.41.14
79. 7.48

et il semblerait qu'un tel témoignage, rendu en présence des Cassini, n'eût

pas dû être mis en suspicion sans aucune espèce de raison à l'appui. La vérité va apparaître éclatante.

» Cassini jeune a rendu compte, dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences* pour 1716, p. 200, des observations faites pour la détermination des périodes des satellites de Saturne, comme il suit :

Premier Satellite. — Nous prenons pour époque de son mouvement, dit Cassini fils, dans les *Mémoires de l'Académie* pour 1716 (p. 205), une observation qui fut faite le 31 mars 1685, à $10^h\,15^m$ du soir, dans laquelle ce satellite fut trouvé dans la partie supérieure de son orbe vers l'occident, éloigné de l'extrémité de l'anneau de la longueur du tiers de l'anse. La proportion du demi-diamètre de l'orbe du premier satellite au demi-diamètre de l'anneau étant comme 193 à 100, celle de l'anneau au globe comme 9 à 4, et du demi-diamètre du globe à une des anses comme 4 à 5; on trouvera par le moyen des sinus que ce satellite était alors éloigné de $37^\circ 53'$ de sa conjonction supérieure, à laquelle il n'était pas encore arrivé. Le vrai lieu de Saturne, tiré des Tables pour le temps de l'observation, était de $5^s 11^\circ 41'$, dont retranchant $37^\circ 53'$ à cause que ce satellite était vers l'occident, reste le vrai lieu du satellite, *à l'égard d'Aries*, de $4^s 3^\circ 49'$ pour le 31 mars 1685, à $10^h\,15^m$ du soir, temps vrai, soit $10^h\,19^m$ temps moyen.

» Le 18 avril de l'année 1714, à $9^h\,36^m$ du soir, par une observation analogue, Cassini trouve le vrai lieu du satellite par $0^s 27^\circ 55'$. Et, comparant à la position déterminée en 1685, il en conclut, pour la durée de la révolution moyenne *à l'égard d'Aries*, $1^j\,21^h\,18^m\,27^s$. *C'est le nombre adopté par Newton.*

» 2e *Satellite.* En suivant la même marche, Cassini détermine les positions suivantes (*Académie*, p. 209):

Le 24 avril 1685, à $8^h\,38^m$ du soir, vrai lieu = $10^s 11^\circ 56'$,
Le 7 mai 1714, à $9^h\,26^m$ du soir, vrai lieu = $3^s 20^\circ 10'$,

d'où pour la durée de la révolution moyenne *à l'égard d'Aries* $2^j\,17^h\,41^m\,22^s$. *C'est encore le nombre de Newton.*

» 3e *Satellite.* Cassini a trouvé pour ce satellite (*Académie*, p. 211):

Le 25 juillet 1673, à $12^h\,5^m\,46^s$ de nuit, vrai lieu = $1^s 14^\circ 2'$,
Le 4 avril 1714, à $10^h 3^m$ du soir, vrai lieu = $11^s 24^\circ 8'$,

d'où pour la durée de la révolution moyenne *à l'égard d'Aries* $4^j\,12^h\,25^m\,12^s$. *C'est bien encore le nombre de Newton.*

» 4e *Satellite*, c'est-à-dire le satellite de Huyghens.

» Cassini emploie pour première position (*Académie*, p. 213), celle qui résulte d'une observation de Huyghens. Le 14 mars 1659, à $8^h\,9^m\,20^s$ le satellite passa dans sa conjonction inférieure, et son vrai lieu était alors de $0^s 29^\circ 37'$.

» D'une autre part, le 11 février 1714, à $10^h\,14^m\,53^s$ du soir, le satellite se trouva encore en conjonction inférieure, son vrai lieu étant de $11^s\,9^o\,18'$.

» D'où la durée de la révolution *à l'égard d'Aries* égale à $15^j\,22^h\,41^m\,12^s$. *Ce nombre* augmenté de 2^s *est celui de Newton.*

» 5ᵉ *Satellite.* Cassini a trouvé (*Académie*, p. 216):

Le 16 juillet 1673, à $12^h\,5^m\,20^s$ de nuit, vrai lieu $= 6^s\,21^o\,50'$,
Le 5 mai 1714, à $9^h\,26^m\,0^s$ du soir, vrai lieu $= 4^s\,28^o\,7'$,

d'où la durée de la révolution *à l'égard du Bélier*, $79^j\,7^h\,47^m$. Ce nombre, augmenté de 1 minute, est celui de Newton.

» Ainsi les durées des révolutions des satellites de Saturne, données par Newton, sont bien identiques pour les trois premiers aux durées déterminées par Cassini. Pour le quatrième, il y a une différence de 2 secondes, et pour le cinquième une différence de 1 minute de temps. Or ces minimes différences témoignent elles-mêmes de l'autenthicité de la source à laquelle Newton a puisé.

» En effet, lorsqu'on fait le calcul de Cassini, on voit qu'il a déterminé les durées des révolutions par rapport à l'équinoxe mobile, à l'égard d'*Aries*, suivant le langage astronomique.

» A Newton, au contraire, il fallait les durées des révolutions sidérales, *stellis fixis quiescentibus*, a-t-il soin de dire à la page 7. Newton a donc dû ajouter aux nombres de Cassini le temps qu'un satellite met à parcourir la quantité de la rétrogradation de l'équinoxe survenue pendant que ce satellite a accompli sa révolution. Or cette correction, qui est ainsi proportionnelle au carré de la durée de la révolution du satellite, est insensible pour les *trois premiers;* elle s'élève précisément à 2 secondes pour le quatrième et à 58 secondes pour le cinquième, soit 1 minute, puisque Newton n'a, comme Cassini, donné la révolution de ce dernier qu'à la minute près.

» Nous pensons que cette démonstration satisfera les plus exigeants, et que Newton, Pound et Cassini sont suffisamment justifiés. Il nous paraît incompréhensible qu'on ait osé accuser Newton d'avoir attribué à Pound et Cassini des observations qu'ils n'auraient pas faites, et à ceux-ci d'avoir accepté un honneur qui leur eût été faussement concédé!

» Quant à soutenir que Pascal aurait eu en sa possession, avant 1641, les nombres mêmes déterminés 60 ans plus tard par Pound et Cassini, il

faut, pour le faire, ne connaître ni l'histoire, ni la marche de l'Astronomie, ni les difficultés propres à la question.

» Dans son *Almagestum novum,* publié en 1651, Riccioli, qui fait loi à cette époque, attribue encore au quatrième satellite de Jupiter une durée de révolution égale à $16^j 19^h 9^m$ (p. 491), au lieu de $16^j 16^h 32^m$, différence qui aurait changé de 14 unités le dénominateur de la valeur de la masse de Jupiter, et n'aurait pas permis l'identité du nombre attribué à Pascal avec celui donné par Newton.

» *Huyghens,* dans son *Systema Saturnium* (p. 29 et 30), a déterminé la durée de la révolution du quatrième satellite de Saturne par les observations des 23 mars 1656 et 14 mars 1659 : il a fixé la durée de cette révolution à $15^j 22^h 39^m$, « ce qui est d'une assez grande précision, dit Cassini (p. 213), » eu égard au peu de temps qu'il avait employé à le régler; mais qui, dans » la suite, causerait des erreurs considérables dans la situation de ce satel- » lite; car 7 secondes de différence dans le mouvement journalier en font » une de 42 minutes en une année. »

» On peut comprendre maintenant combien est ridicule le langage qu'on prête à Boulliau dans la prétendue Lettre qu'il aurait écrite à Huyghens, lui disant que Galilée *a cru apercevoir* une satellite de Saturne faisant sa révolution en $15^j 22^h 40^m$. En sorte que Galilée aurait déterminé la durée de la révolution d'un satellite qu'il croyait avoir aperçu, et l'aurait fixée avec plus d'exactitude que ne le pouvait Huyghens, au témoignage de Cassini, avec des observations suivies pendant trois ans, et avec des moyens perfectionnés d'observation. Boulliau, qui était astronome et homme de quelque esprit, n'a certainement rien écrit de pareil.

Les élongations héliocentriques.

» Newton (p. 22) les donne telles qu'il suit :

Jupiter, 4e satellite..............	$\varepsilon = 8'.16''$	log tang ε = 8,3811
Saturne, 4e satellite..............	$\varepsilon = 3.\ 4$	7,9504
La Lune......................	$\varepsilon = 10.33$	8,4871

» La plus grande élongation du quatrième satellite de Jupiter, dit Newton (p. 6), « a été déterminée par Pound (1) avec d'excellents micromètres,

(1) Ou Bradley, qui observait à Wansteed avec son oncle Pound. « La preuve qu'il faut autre chose (que ce qu'on donne), dit M. Chasles, c'est que M. Grant cite aussi Bradley. » Non pas : c'est tout simplement que Bradley observait avec Pound.

» et une lunette de 15 pieds de longueur. » Les observations ainsi pratiquées ont été trouvées dans les papiers de Bradley; elles ont fourni (*Miscellaneous Works of Bradley*, Oxford, p. 349) :

1719 mars 17....	8h.45m	élong. max.		8′.15″,0
avril 11....	11. 5			8.16,6
may 6....	11. 0			8.16,4
may 7....	9.30			8.16,5
		Valeur moyenne.....		8.16,1

» Telle est donc bien la source à laquelle a puisé Newton. Il a seulement retranché la décimale, suivant son usage de conserver seulement les nombres ronds (1).

» Tel est aussi le nombre que Pascal aurait dû avoir à sa disposition sans aucune différence, même d'une seconde, puisque cette seconde aurait fait varier de plus de 6 unités le dénominateur 1067 de la valeur de la masse de Jupiter.

» Mais, de plus, le nombre fourni par Pound à Newton n'est pas exact. En sorte qu'il eût fallu que Pascal, sans moyens d'observation, et Pound, avec d'excellents micromètres, mesurant la même distance, fussent arrivés à un même nombre, en erreur de la même quantité!

» L'élongation 3′4″ donnée pour le satellite de Saturne résulte d'un calcul. Or, dès qu'on aborde les nombres ainsi déterminés par Newton (ou, pour lui, par Pemberton sans doute), il ne faut plus s'attendre à des coïncidences toujours absolues, les calculs n'étant souvent faits qu'en nombres ronds. Ce que nous disons ici se voit sans cesse avec évidence. Newton, voulant calculer la densité de la Terre (p. 24), dit que le quotient de 435 par 1,09 est 400, tandis qu'il est 399. Les approximations sont cependant assez grandes pour qu'aucun doute ne puisse être possible.

» Newton dit (p. 7) que la plus grande élongation du satellite de Saturne est égale à 8 fois et $\frac{7}{10}$ le demi-diamètre de l'anneau, suivant la mesure faite avec un excellent micromètre dans le télescope huyghenien de 123 pieds.

---

(1) On trouve dans le Livre de Comptes de Pound deux curieux enregistrements :

« 1719 july 13, to a free gift rec[d]. from sir I. Newton 52 l. 10 s.

» 1720 april 28, to a gift rec[d]. of sir I. Newton 52 l. 10 s. »

« It is well known that Newton was extremely liberal, and it is very probable that these sums were presented in aknowledgment of the assistance wich he had derived from Pound. » (*Memoirs of Bradley*. — Oxford. — Préface, p. iij.)

D'où l'on déduit, en divisant par 8,7 l'élongation 184″, le demi-diamètre de l'anneau égal à 21″,15.

» D'autre part, Newton dit que les 28 et 29 mai de l'année 1619 le diamètre de l'anneau parut de 43″, chiffre qui résulte effectivement des mesures prises les 28 et 29 mai par Bradley (*Miscellaneous*....., p. 349); et Newton en conclut que le diamètre de l'anneau *in mediocri Saturni à Terrá distantiá* est égal à 42″, le demi-diamètre à 21″, nombre qui ne diffère de 21″,15 que d'une quantité insignifiante. Tout cela est bien d'accord, et la source est manifeste.

» La plus grande élongation héliocentrique de la Lune par rapport au centre de la Terre résulte de la connaissance de la distance de la Lune à la Terre, à laquelle nous ne nous arrêterons pas ici, et de la parallaxe du Soleil, élément beaucoup plus délicat. On sait combien il a été difficile à determiner. Newton suppose cette parallaxe égale à 10″30‴ (p. 23).

» Avant les observations fort exactes de la planète Mars, faites en 1672, la plus faible valeur qu'on attribuât à la parallaxe du Soleil était d'une minute au moins.

» Les 14 et 17 août 1719, dit M. Grant (LXV, 792), Pound et Bradley firent des observations de Mars, à l'est et à l'ouest du méridien, en le rapportant micrométriquement à de petites étoiles voisines. Halley, qui était présent au moment des observations, remarque qu'elles démontraient l'extrême petitesse de la parallaxe solaire, qui n'aurait pas pu être plus grande que 12 secondes et moindre que 9 (*Transactions philosophiques*, t. XXXI, p. 114). La moyenne de ces deux limites donne 10″ $\frac{1}{2}$, valeur adoptée par Newton.

Diamètres du Soleil, de Jupiter, de Saturne et de la Terre.

» Newton (*Principia*, p. 23) admet pour les rapports de ces diamètres entre eux les nombres 10 000, 997, 791 et 109.

» Ramenons-les tous au diamètre angulaire 1928″ trouvé par Cassini pour le Soleil, et réduisons-les aux distances moyennes des planètes respectives. On aura ainsi pour les diamètres apparents : le Soleil = 1928″, Jupiter = 37″, Saturne = 16″, la Terre = 21″.

» Ces derniers nombres sont ceux admis par Newton. 37″ et 16″ proviennent des nombres 39″ et 18″ trouvés par Bradley pour Jupiter et Saturne, et diminués l'un et l'autre de l'irradiation.

» La source est donc ici encore fort claire, et ce que nous avions dit que

Newton avait employé les données fournies par les astronomes ses contemporains, est démontré sur tous les points.

» Et cependant, uniquement appuyé sur une pièce apocryphe, dont l'origine ne peut être avouée, dans laquelle on se borne à présenter des résultats sans aucune discussion, M. Chasles insiste : Newton, suivant lui, avait trompé le monde en attribuant à Cassini, à Pound (Pound ou Bradley) les nombres qu'il a rapportés (LXV, 586, 623); en vain Newton est-il vengé de cette injure, on ne se rend pas, mais on nous demande de prouver que Newton a bien fait usage dans ses calculs des données empruntées à Cassini, Pound et Bradley. (LXV, 657, 655, 656.)

» On suppose, en effet, que Newton aurait donné, d'une part, les éléments du calcul en les empruntant aux observateurs ses contemporains; de l'autre, des résultats qu'il aurait reçus de Pascal, et sans se préoccuper de savoir si les uns se déduiraient des autres, lorsqu'il n'y avait plus pour le vérifier qu'à effectuer, pour chaque résultat, une ou deux opérations de la plus simple arithmétique. (LXV, 541.)

» Examinons.

» *Jupiter.* — En substituant dans les formules (A), (B) et (C) les données admises par Newton, on trouve :

		Calcul (1).	Nombres donnés par Newton.
Inverse de la masse........	$\frac{1}{m}=$	1,067	1,067
Gravité à la surface........	$g=$	943	943
Densité moyenne.........	$\delta=$	$94\frac{1}{2}$	$94\frac{1}{2}$

» La concordance est absolue.

» *Saturne.* — La vérification exige dans ce cas encore une précaution, à cause de la petitesse de l'élongation du satellite, à cause de la petitesse du demi-diamètre de l'anneau qui sert de point de départ, et parce que Newton

(1) Voici ce calcul :

(A)

$\log\left(\frac{\theta}{T}\right)$ ...... = 7,5857

$\log \operatorname{tang} 10\,\varepsilon$.... = 8,3811

$\log\left(\frac{T}{\theta}\right)^2$ .... = 15,1714

$\log(\operatorname{tang} 10\,\varepsilon)^3$.. = 25,1433

$\log \frac{1}{m}$........ = 0,0281

(B)

$\log 1000\,m$.. = 2,9719

$\log d^2$...... = $\overline{1}9,9974$

$\log g$....... = 2,9745

(C)

$\log g$...... = 2,9745

$\log 10\,d$.... = 0,9987

$\log \delta$...... = 1,9758

ne donne ses résultats qu'en nombres ronds. Un changement d'une unité sur les 21 secondes adoptées pour le demi-diamètre de l'anneau en produirait plus de 400 sur les 3021 unités du dénominateur de la valeur attribuée à la masse de Saturne.

» Nous devrons donc renverser la vérification, suivant la règle qui consiste à déduire les plus petits nombres des plus grands, c'est-à-dire partir de l'inverse 3,021 de la masse attribuée par Newton à Saturne, et voir si nous retrouverons le demi-diamètre de l'anneau, la gravitation à la surface, la densité.

» Or, on obtient ainsi :

	Calcul.	Nombres ronds donnés par Newton.
Demi-diamètre de l'anneau......	21″,3	21″
Gravité à la surface...........	528,9	529
Densité moyenne..............	66,9	67

» La vérification est encore complète.

» *La Terre.* — Les formules (A), (B), (C) nous donnent dans ce cas :

	Calcul.	Nombres donnés par Newton.
Inverse de la masse...........	193,4	169,3
Gravité à la surface............	435	435
Densité moyenne..............	399	400

» Remarquons d'abord, quant à la densité moyenne, que Newton donne 400 pour le quotient de 435 par 1,09; et que ce quotient étant réellement égal à 399, il y a sur ce point, comme pour la gravité à la surface, accord complet.

» Mais pour l'inverse de la masse, nous trouvons 193,4 au lieu de 169,3 donné par Newton. Oui, sans doute, et cette différence établit à son tour que les calculs ont été faits. Car, comme les nombres 435 et 400 donnés par Newton résultent du nombre juste 193,4 et pas du tout du nombre 169,3, il en résulte bien que Newton est passé dans son calcul par le véritable nombre 193,4, et que le nombre faux 169,3 a simplement été mis ensuite par inadvertance.

» En sorte que la faute même qu'on aurait pu vouloir tourner contre Newton devient un témoignage pour lui. Tout, même l'erreur involontaire, dans une bonne cause, proteste en faveur de la vérité. Le faussaire a tout copié, les nombres justes, le nombre intermédiaire dont l'in-

exactitude le trahit, et ainsi il a signé pour la dixième fois sa condamnation (1).

» Nous avons hâte de terminer cette revue *partielle* des impossibilités de toute nature offertes par les pièces de la Collection de M. Chasles.

» Nous ne nous arrêterons pas à la Note relative à la force centrifuge à l'équateur (LXV, 134), Note d'après laquelle Pascal aurait calculé que la valeur de cette force était la 289e partie de la gravité. M. Breton (de Champ) a montré que Pascal, faisant le calcul avec la longueur de 50 000 toises qu'il attribuait au degré terrestre, aurait trouvé non pas $\frac{1}{289}$ comme Newton, mais bien $\frac{1}{331}$. La démonstration de l'honorable ingénieur suppose seulement que la longueur de la toise n'ait pas subi depuis Pascal une notable réduction. Nous savons, d'après Picard et Auzout, que cette longueur a été raccourcie de 5 lignes en 1668. En tenant compte de ce changement, on reconnaît que Pascal aurait nécessairement trouvé pour le rapport de la force centrifuge équatoriale à la gravité $\frac{1}{328}$ et non pas $\frac{1}{289}$, nombre qu'on lui prête en le prenant à Newton.

» Mais, quel que soit notre désir de finir, nous ne pouvons laisser passer sans protestation cette Note attribuée à Pascal (LXV, 134) :

Il faut, pour déterminer la route des comètes, faire quelques observations pour s'assurer de leur mouvement, et on trouve ensuite que la loi de la gravitation a lieu ici comme pour les planètes. — PASCAL.

» Il est absurde de supposer que Pascal, cet homme grave et consciencieux, ait pu écrire quelque chose d'aussi peu sérieux.

---

(1) Nous avons cherché quelle pouvait être la nature de l'erreur qui avait conduit à l'inscription du nombre faux 169,3; voici ce que nous avons *aperçu*, et ce que nous donnons, sans que cela soit nécessaire à la démonstration effectuée :

$$\begin{aligned} \log\ 1{,}067 &= 0{,}0282 \\ \log\ 3{,}021 &= 0{,}4802 \\ \log\ 193{,}4 &= 2{,}2865\ \text{A} \\ \log\ 169{,}3 &= 2{,}22865 \end{aligned}$$

Le calcul aura été fait par logarithmes. Dans la recherche du nombre correspondant au logarithme A, on aura pris tout le nombre pour la partie décimale et ainsi obtenu 22865 qui est bien le logarithme de 169,3. Mais cela n'aura pas influé sur la suite des déterminations.

» Toute vérification relative à la variation de la gravité suivant la raison inverse du carré des distances suppose nécessairement que ces distances puissent être déterminées. Or, si au temps de Pascal on avait été à même de le faire pour les planètes, on n'avait à l'égard des comètes aucun moyen, nous ne disons pas de mesurer, mais d'estimer les distances.

» Les planètes décrivent des orbes fermées, et, au moyen d'observations accumulées pendant une suite de siècles, on avait pu conclure les durées exactes des révolutions avant de connaître les distances au Soleil. Considérant alors une planète à un moment donné, on a pu calculer à quelles époques elle revenait occuper précisément la même position, et ainsi, en l'observant de la Terre à ces époques successives, on a pu déterminer ses distances à la Terre et au Soleil, pour la position considérée, de la même manière que si cette planète avait été un objet fixe dans l'espace.

» Pour les comètes, rien de pareil n'était possible, puisqu'on n'en connaissait jusque-là aucune qui fût susceptible de retour.

» Lorsque de la Terre on observe une comète, on détermine seulement la direction d'une ligne sur laquelle elle se trouve placée. Plus tard on obtient pareillement une autre ligne passant par une autre position de la Terre et par une autre position de la comète. De ces deux directions, chacune indéfinie, on ne peut rien conclure à l'égard des distances. Pour arriver à les déterminer et vérifier en conséquence la loi de la gravitation universelle, voici la suite des travaux que Newton a dû accomplir.

» 1° En admettant que les comètes se meuvent dans des paraboles, Newton a d'abord recherché la loi du mouvement, et il a résolu à ce sujet un certain nombre de questions.

» 2° En s'appuyant sur ces solutions préparatoires, Newton s'est proposé de résoudre, et a résolu, le problème suivant : *Étant données les directions de trois droites dans l'espace, allant de trois positions de la Terre à trois positions de la comète, mener, par le centre du Soleil, un plan qui coupe les droites en des points tels, qu'on puisse conduire, par ces points, une parabole dont le Soleil occupe le foyer, les aires décrites étant d'ailleurs proportionnelles au temps.* C'était un problème d'une extrême difficulté et qui, depuis lors, a continué à exercer la sagacité des plus grands géomètres et astronomes, Olbers, Gauss, Lagrange, Laplace, etc.

Cette difficulté, Newton la signale en ces termes (p. 133) : « Cometæ » in parabola moventis trajectoriam ex datis tribus observationibus de- » terminare. Problema hocce longe difficillimum multimodè aggressus, » composui problemata quædam in libro primo quæ ad ejus solutionem

» spectant. Postea solutionem sequentem paulo simpliciorem excogitavi. »

» 3° La méthode une fois trouvée, Newton considère les observations de la grande comète de 1680, et il en conclut les éléments de l'orbite parabolique de cette comète.

» 4° Comparant le mouvement dans cette parabole aux observations de la comète, il établit qu'on ne trouve nulle part une différence qu'on ne puisse imputer aux observations.

» 5° Et en conséquence, il conclut (p. 147) : « Congruunt igitur hæ observationes cum theoriâ, quatenus congruunt inter se; et congruendo probant unum et eundem fuisse cometam, qui toto tempore à quarto die novembris ad usque nonum martii apparuit. . . . . .

» Et theoria, quæ motui tam inæquabili per maximam cœli partem probè respondet, quæque easdem observat leges cùm theoriâ planetarum et cum accuratis observationibus astronomicis accuratè congruit, non potest non esse vera. »

» Ce sont ces grands travaux, cette admirable recherche qui seule suffirait à immortaliser un homme, que M. Chasles ne craint pas de voir traduire ainsi : *On fait quelques observations pour s'assurer du mouvement des comètes et on trouve ensuite que la loi de la gravitation a lieu comme pour les planètes!* Et c'est armé de cette piteuse analyse qui ferait de Pascal un homme peu sérieux, qu'on entreprend de substituer notre immortel compatriote à l'immortel Anglais !!!

» Nous n'imposerons pas à l'Académie la lecture d'un résumé de ces absurdités, de ces contradictions, dont la liste pourrait être indéfiniment prolongée; nous nous bornons à une conclusion précise :

» Les pièces attribuées à Galilée, Pascal, Huyghens, Newton et à leurs contemporains, et dont l'objet est de renverser l'histoire authentique de l'astronomie, sont l'œuvre d'une spéculation coupable.

» La Science et l'Académie ont droit à ce que les représentants vivants de cette spéculation soient connus. »

M. Le Verrier, ayant ainsi terminé sa Communication, ajoute les paroles suivantes :

« Je regrette d'être obligé de revenir encore sur le prétendu autographe de Galilée du 5 novembre 1639, sur l'incident auquel il a donné naissance, incident qui ne touche pas à la valeur de nos raisons, mais qui paraît destiné à caractériser la situation.

» On possède à Florence l'original de cette Lettre, qui a été écrite par Vincent Galilée, sous la dictée de son père aveugle.

» Or M. Chasles a prétendu qu'il avait dans ses papiers la véritable Pièce originale, qu'*elle est de la main de Galilée même,* que *tout le monde jugera que cette pièce est de la main de Galilée.* Il l'a fait photographier, et il a envoyé un exemplaire de la photographie à Florence. Le prétendu autographe a été reconnu faux par une Commission spéciale.

» L'orthographe et les habitudes de l'écriture ne sont nullement celles de Galilée, et la Commission estime qu'il est presque certain que la contrefaçon a été faite sur l'imprimé de la dernière édition (Albéri, 1856), où effectivement l'orthographe et les habitudes modernes ont été introduites. La Commission fait remarquer plusieurs erreurs propres au copiste, qui ne peuvent avoir été commises par Galilée ni par un Italien quelconque, tant elles sont grossières.

» M. Chasles reconnaît que la pièce envoyée par lui à Florence comme étant certainement de la main de Galilée est cependant fausse. Mais il ne veut pas admettre que ce soit une copie faite sur l'impression d'Albéri, et la raison de sa résistance est facile à comprendre : c'est que, le fait une fois reconnu, et il est vraiment indubitable, le faux se trouvera être d'origine toute récente. L'argument opposé par M. Chasles, ce sont les fautes propres au copiste ignorant et malhabile.

» Dans la Lettre imprimée (Albéri, t. XV, p. 257), les mots tels que *potrò*, *andrò*, *parrà*, *città,* etc., portent tous des accents graves, comme il doit être. Or le copiste qui courait rapidement pour fabriquer les milliers de pièces qu'il a vendues n'a mis d'accent nulle part. *Cela fait vingt différences!* dit M. Chasles! D'une autre part, le copiste a écrit *scuelo,* qui n'a aucun sens, au lieu de *scuole*, qui se trouve dans l'édition imprimée. Donc, dit notre confrère, le manuscrit que j'ai présenté n'a pas été copié sur Albéri.

» Prétendre qu'un Italien aurait pu écrire *scuelo* au lieu de *scuole,* c'est absolument comme si l'on disait qu'un Français aurait pu écrire *écelo* au lieu d'*école*, en permutant les places de l'*e* et de l'*o*. Un copiste peut *seul* faire de pareilles erreurs. Et pour mettre dans tout son jour la nullité misérable de l'argumentation de M. Chasles, il suffira de faire la remarque suivante.

» Si la première pièce fournie par M. Chasles comme étant authentique, et qui est reconnue fausse, n'a pas pu être copiée sur l'imprimé d'Albéri, parce que celui-ci porte des accents et que le mot *école* y est imprimé

scuole et non pas *scuelo*, elle n'a pas pu davantage être copiée sur la pièce qu'on possède à Florence, et qui porte aussi des accents graves, et sur laquelle on lit *scuole*. Il y a plus : elle n'a pu être copiée sur aucune pièce authentique et italienne qui doit posséder nécessairement ces caractères; M. Chasles le reconnaît. D'où il suivrait qu'elle n'aurait pu être définitivement copiée sur rien!

» Nous regrettons d'être obligé d'arrêter l'attention de l'Académie sur d'aussi mauvaises chicanes. Mais il le faut bien, d'une part pour maintenir la vérité, de l'autre afin de montrer combien sont peu sérieuses les réponses de M. Chasles, qui, du reste, pendant les deux années qu'a duré la discussion, l'a toujours soutenue par des moyens aussi peu solides et qui n'ont d'autre avantage que de pouvoir toujours couler, comme une source trouble sans doute, mais intarissable.

» Nous maintenons que toute personne qui voudra considérer le premier autographe envoyé à Florence par M. Chasles et le comparer avec Albéri, reconnaîtra que ce n'est qu'une malhabile copie de l'impression, comme nous l'avons dit.

» Autres mauvaises raisons. M. Chasles se plaint de ce que *M. Govi a toujours gardé le silence* sur la provenance de la Lettre imprimée dans Albéri et sur ce qu'on ne dit pas si elle est originale, ou copie, et de quelle main. [M. Chasles m'interrompt pour me dire qne ce n'est pas à M. Govi, mais bien à Albéri qu'il a fait ce reproche : c'est une erreur, c'est bien à M. Govi qu'on reproche d'avoir gardé le silence sur ces points (p. 147, ligne 20), un silence absolu (ligne 28)].

» Mais en supposant que ce silence eût été réellement gardé sur la provenance de la pièce, serait-ce donc à M. Chasles qu'il appartiendrait de se plaindre de cette omission, comme d'un procédé inadmissible, lui qui refuse à toute l'Académie de faire connaître l'origine inquiétante des milliers de pièces qu'il a jetées dans la discussion? Et comment d'ailleurs peut-on dire qu'on n'a pas voulu s'expliquer sur la main qui a tracé cette copie, lorsque M. Govi, M. Carbone ont certifié à plusieurs reprises qu'elle est de la main de Vincent Galilée, lorsqu'il y a eu, à ce sujet, une longue correspondance entre M. Chasles et ces Messieurs? On n'y comprendrait rien si M. Chasles ne traitait la discussion de polémique et s'il ne s'agissait dès lors d'avoir l'air de répondre, plutôt que de répondre effectivement.

» En voici du reste un troisième exemple, encore plus frappant. M. Carré

a annoncé qu'on pouvait vérifier l'ancienneté des écritures en les traitant par l'acide chlorhydrique dilué au dixième. M. Chasles a voulu que ses manuscrits fussent soumis à ce *moyen précieux de vérification* (précieux suivant lui, p. 24). Il s'est adressé à cet effet à M. Balard, et dans la séance du 5 juillet, il a prié notre confrère d'énoncer les résultats auxquels il était arrivé. M. Balard a fait connaître (p. 26) que *la presque totalité des fragments de Lettres qui lui ont été remises par M. Chasles a résisté à l'action de l'acide chlorhydrique au dixième; d'où il faut conclure qu'il est extrêmement probable que la fraude, s'il y en a, est d'une date ancienne, mais que pourtant cela n'est pas certain, car on pourrait objecter que des faussaires auraient pu faire usage d'encres particulières acquérant plus promptement les caractères de la vétusté, ou de procédés propres à donner ces caractères aux signes tracés avec les encres ordinaires.*

» Or, malgré les réserves si prudentes de M. Balard, veut-on savoir comment M. Chasles traduit sa déclaration? « Ces expériences, dit M. Chasles, ré-
» pondent *péremptoirement* (p. 27) aux accusations de fabrication des Docu-
» ments pour les besoins de la cause », c'est-à-dire à une époque toute récente.

» Le procédé de M. Carré, dit un peu plus bas M. Chasles, constate l'an-
» cienneté de l'écriture de mes Documents. »

» C'est toujours le même système: Assurer hautement que les pièces contiennent ce qui ne s'y trouve pas. C'est ce système qui nous oblige à rester sur la brèche, à rétablir sans cesse la vérité, et à demander dans la circonstance actuelle une explication.

» Le bruit s'est répandu que deux de nos confrères auraient reconnu que le prétendu procédé de vérification de l'ancienneté des écritures par l'acide chlorhydrique dilué n'aurait aucune espèce de valeur; qu'on pourrait en peu de jours, en peu d'heures même, vieillir l'encre de façon à la rendre insensible à l'acide; que divers chimistes le savaient très-bien et qu'en conséquence les vérifications faites sur les papiers de M. Chasles, et qui ont été annoncées à l'Académie, ne prouvent en aucune façon que les écritures ne soient pas d'hier.

» Nous sollicitons une explication précise à ce sujet.

» Nous sera-t-il permis de revenir une dernière fois sur l'origine immédiate des pièces et d'adjurer M. Chasles de faire connaître les personnes qui les lui ont fournies? J'ose dire que l'Académie tout entière le lui demande et qu'en se rendant à ce vœu, il soulagerait d'un grand poids toutes les consciences.

» S'il continue à repousser une requête si légitime, qui est toute dans

l'intérêt de la science, de l'Académie et de M. Chasles lui-même, on sera bien forcé de conclure que la source des pièces ne pouvant être avouée, c'est que cette source est impure. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Observations sur un point de la Communication de ce jour de* M. Le Verrier; *par* **M. Chasles**.

« M. Le Verrier a parlé avec insistance, et à plusieurs reprises, de ce qui se serait passé dans la Commission nommée par M. le Président pour entendre les observations que M. Faugère avait annoncé, par sa Lettre du 29 juillet 1867, devoir éclairer l'Académie.

» Tout ce que vient de dire à ce sujet notre confrère est dû à des souvenirs inspirés par une idée préconçue, et se trouve en définitive absolument contraire à la vérité. C'est, du reste, la reproduction plus accentuée, et empreinte de soupçons injurieux, de ce qu'il a écrit dans sa deuxième Communication (le 5 juillet). Je me proposais de relever cette partie de son long travail dans ma réponse générale; mais, puisqu'il y revient aujourd'hui, je dois en montrer la fausseté dès ce moment.

» La vérité est que la Commission ne s'est réunie qu'une seule fois (le 29 août) pour entendre M. Faugère sur la question des écritures de Pascal et de ses sœurs; qu'elle n'a abordé aucune autre question, et ne m'a adressé aucune demande. Dans la séance qui a suivi immédiatement cette réunion, après que j'eus déclaré à l'Académie que M. Faugère avait récusé l'authenticité des pièces de Pascal et de ses deux sœurs (*Comptes rendus*, t. LXV, p. 310), M. Le Verrier, seul des Membres de la Commission, a pris la parole, et c'est à lui que j'ai répondu, sans qu'aucun des autres Membres de la Commission, je le répète, ait pris la parole. Il m'a demandé de déposer tous mes Documents; ce à quoi j'ai répondu nettement que j'offrais de communiquer mes Documents à qui voudrait les voir (ce que j'ai fait, comme chacun sait, depuis deux ans, non-seulement à l'égard de mes confrères, mais aussi de tous les étrangers à l'Académie qui ont voulu les consulter); et j'ai ajouté que je ne dirais point que ces Documents que j'offrais de produire étaient tout ce que je possédais; que je n'avais donné aucun droit, comme je le répète ici, à cette sorte de sommation d'enquête inusitée, émanant de M. Le Verrier, d'autant plus que je ne demandais point à l'Académie de prendre aucune part à la publication que je promettais de faire de mes Documents. Je m'applaudis, d'après la marche et les soupçons de certains adversaires reproduits par M. Le Verrier avec une passion que je ne caractérise pas, de ne m'être point soumis à sa demande, injurieuse par elle-même.

» M. Chevreul, Président de l'Académie, a déclaré que la Commission n'étant point compétente pour examiner les écritures et prononcer si elles sont ou ne sont pas de Pascal, et que connaissant les difficultés de tous genres qu'une pareille expertise entraîne, il pensait que la Commission avait fait tout ce qu'il était possible de faire, et qu'il inviterait M. Faugère à écrire à l'Académie les raisons qu'il avait de révoquer en doute l'authenticité des Lettres de Pascal.

» C'est dans la séance suivante (du 26 août) que M. Faugère est venu faire sa lecture à l'Académie.

» Tout ce que M. Le Verrier a écrit dans le *Compte rendu* du 5 juillet et ce qu'il vient de reproduire sur le fonctionnement de la Commission est donc dû à son imagination et est contraire à la réalité des faits. Quant à ses insinuations injurieuses sur ce que je refuse de lui dire de qui je tiens ces Documents, je ne serai point embarrassé d'y répondre quand je le jugerai à propos.

» M. Le Verrier a dit qu'il est allé examiner, en compagnie de quelques Membres de l'Académie française, la Notice de Louis XIV sur Galilée, que j'ai déposée au Secrétariat de l'Académie avec d'autres Pièces, et qu'il a reconnu qu'elle n'était point du Roi, mais l'œuvre d'un *faussaire*.

» Cette Pièce est bien l'œuvre de Louis XIV, mais est une copie; et j'ai porté, mardi, le lendemain de la séance, à M. le Secrétaire perpétuel, M. Élie de Beaumont, et déposé, mercredi matin, entre les mains de M. Roulin, l'original même de Louis XIV, formé de deux doubles feuillets in-4° faisant huit pages et deux demi-feuillets, qui contiennent des additions sous le titre de Notes.

» J'invite M. Le Verrier à vouloir bien, en s'adjoignant les mêmes Membres de l'Académie française, consulter cette Pièce, la soumettre à toutes les épreuves, sur l'écriture comme sur l'état du papier, qu'il jugera utiles à la manifestation de la vérité; et j'espère qu'il voudra bien en faire son Rapport à l'Académie. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Observation au sujet d'une Lettre attribuée à Galilée; par* **M. Duhamel.**

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie une observation relative à une des Lettres attribuées à Galilée, et insérée dans le tome LXV des *Comptes rendus*, p. 588. Je l'aurais fait au moment où elle a été présentée, si je n'avais pas été absent de Paris à cette époque.

» Il est dit dans cette Lettre que l'on peut reconnaître qu'une force centripète en raison inverse du carré des distances fait mouvoir une planète dans une ellipse ayant son foyer au centre d'action, et de telle sorte que le rayon vecteur mené de ce centre à la planète décrive des aires proportionnelles aux temps.

» Ces propositions sont écrites dans un style assez incorrect, mais on ne peut se tromper sur le sens; il est d'ailleurs expliqué comme il suit par M. Chasles :

« Il paraît, dit notre honorable confrère, que Galilée avait déjà su » reconnaître par quelques considérations théoriques que l'attraction en » raison inverse du carré des distances satisfaisait à la loi des aires de » Képler, conception que nous retrouverons dans une Lettre au P. Mer- » senne. »

» Or on sait que la proportionnalité des aires aux temps est entièrement indépendante de la loi de l'intensité de la force, et résulte de la seule condition que sa direction passe par un point fixe. Par quels raisonnements Galilée aurait-il donc pu démontrer que la loi des aires résulterait d'une force en raison inverse du carré des distances? Il est donc impossible que cette Lettre soit de lui; et l'on doit en dire autant de toutes celles que l'on regarde comme faisant corps avec elle.

» Cette démonstration de la non-authenticité de la Lettre est, comme on le voit, indépendante de toute considération relative au caractère de l'écriture, et à l'état de cécité de Galilée. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Remarques sur quelques points de la discussion pendante devant l'Académie; par* **M. Balard.**

« Je regrette que notre savant confrère M. Le Verrier, après les développements scientifiques qui viennent d'exciter dans l'Académie un vif intérêt, ait cru devoir revenir sur une question de détail qui avait, dans la séance dernière, employé déjà plus de temps qu'elle ne le méritait. L'incident soulevé par M. Le Verrier aurait pu, en effet, se terminer en quelques minutes au lieu d'absorber cette séance entière, ou, pour mieux dire, il n'aurait pas même dû y avoir d'incident.

Notre excellent confrère M. Chasles croit posséder la minute de la Lettre de Galilée à Rinuccini, et quoiqu'il lui eût été fait déjà, depuis quelque temps, des observations sur les caractères et l'orthographe de cette Pièce, et qu'il sût par moi que le calque envoyé de Florence, comme spécimen de

l'écriture authentique de Galilée, ne ressemblait pas tout à fait à celle qu'il croyait vraie, il persiste néanmoins dans le projet d'en envoyer la photographie à Florence. Pourquoi cette persistance? C'est peut-être d'abord parce qu'il n'avait pas confiance dans mes appréciations; ensuite parce qu'il avait promis de le faire, et qu'il n'a jamais manqué à une promesse de ce genre; et enfin parce qu'il voulait faire voir une fois de plus que, bien loin de tenir cachées, comme on semble l'en accuser, les Pièces de sa Collection quelles qu'elles soient, il fait tous ses efforts pour les montrer, pour les multiplier autant que possible, afin qu'elles deviennent l'objet d'une appréciation générale, calme, consciencieuse et éclairée. Mais avant que la Commission de Florence fût réunie, instruit par quelques mots d'une Communication faite à M. Le Verrier par M. Govi, que ce savant italien, qui a si souvent manié les manuscrits de l'illustre Florentin, ne retrouvait pas dans la Pièce reçue les caractères d'une écriture qu'il connaît si bien, sachant d'ailleurs alors que dans sa Collection se trouvent des copies, et qu'il pouvait bien en avoir envoyé une, il fait de nouvelles recherches, et *trois jours après* avoir eu connaissance de l'impression exprimée par M. Govi, il me montre quatre Pièces qui se rapportent d'une manière beaucoup plus parfaite à l'écriture de Galilée, et trois traductions en français écrites de la même main. Il fait immédiatement photographier une de ces pièces, celle qui, portant pour indication : *minute à garder*, lui semble celle qui a précédé les autres, et l'adresse immédiatement à M. Carbone. Il s'est trompé, il reconnaît son erreur et la rectifie sur-le-champ. Que pouvait-il faire de mieux? Cette Pièce est depuis quelque temps arrivée à Florence et peut-être au moment où nous en parlons cette Commission l'a soumise à un examen aussi complet et aussi consciencieux que le précédent. Elle montrera ainsi une fois de plus combien elle tient à cœur d'apporter à la découverte de la vérité, la seule chose que nous cherchons tous ici, son concours si utile et si apprécié de l'Académie dans cette question. Puisque cette Commission doit dire bientôt ce qu'elle pense de cette nouvelle Pièce, ne convenait-il pas dès lors, avant de reprendre ce sujet, d'attendre le résultat de ce nouvel examen.

» Le motif qui guide notre confrère M. Le Verrier en lui faisant préciser les dates, faire toutes ses réserves, et prendre acte que M. Chasles a dit qu'il ne savait pas avoir ces copies, est facile à apprécier. Il semble croire que le Français *auteur ténébreux de la maladroite copie faite sur Albéri*, instruit des erreurs qu'on lui reproche et se faisant aider cette fois par un complice versé dans la connaissance précise de l'ancienne orthographe italienne, a frauduleusement glissé ces Pièces dans les cartons de notre confrère. Elles

auraient dû dès lors être fabriquées dans l'intervalle des trois jours qui se sont écoulés entre le moment où M. Chasles a connu la première et rapide appréciation faite par M. Govi, et celui où il m'a montré les autres Lettres qu'il avait trouvées en compulsant les nombreux Documents de sa Collection. Mais quoi de moins probable, pour ne pas dire plus, que de supposer ce faussaire ayant un accès si facile dans le cabinet de M. Chasles, et poussant la précaution jusqu'à écrire, *gratis* cette fois, au lieu d'une pièce unique qui aurait certes bien suffi, quatre Pièces semblables et trois copies de leur traduction en français? Quelles que soient les réflexions que suggère cette multiplicité de Pièces identiques, il n'en faut pas moins reconnaître que M. Le Verrier n'est pas plus heureux dans son interprétation que ceux qui l'ont précédé dans cette polémique. Impatientés comme lui de voir infirmer, par l'apparition de Pièces nouvelles, des arguments qui leur avaient paru victorieux, ils n'ont pas trouvé d'explication plus commode que de les regarder comme fabriquées pour la circonstance. Que tous ceux qui ne veulent pas prendre à l'avance connaissance de ces Pièces avant d'en parler, ou attendre que M. Chasles les ait publiées en entier, s'attendent à d'autres déceptions de ce genre, et à faire de nouveau usage de cet argument (1).

» Mais, dit-on alors, pourquoi notre confrère apporte-t-il à l'Académie des études encore incomplètes, et après avoir cru et affirmé que la première Pièce était de l'écriture de Galilée se trouve-t-il obligé de venir aujourd'hui déclarer le contraire? On ne s'adresserait pas cette question si M. Le Verrier, qui a fait tout récemment un long exposé de l'état de la discussion, l'avait fait complet, et en avait aussi indiqué l'origine. Je demande à l'Académie de reproduire quelques lignes du *Compte rendu* de la séance du 8 juillet 1867, qui lui rappelleront comment la question a été introduite devant elle.

» M. Chasles venait de lire une Note historique sur l'établissement des Académies, et de déposer dans les archives de l'Institut deux Lettres sur ce sujet, attribuées à Rotrou. Le *Compte rendu* ajoute :

---

(1). M. Chasles m'a prié de soumettre l'écriture de ces pièces à l'acide chlorhydrique, et elle a résisté. Mais il suffit qu'on puisse objecter qu'il est possible, avec les matériaux ordinaires, de faire une encre ne disparaissant pas par l'acide chlorhydrique, ou de communiquer les caractères de la vétusté d'une manière prompte à des mots tracés avec de l'encre ordinaire, pour qu'il ne faille pas invoquer cet argument. Je croyais à cet égard m'être fait suffisamment comprendre dans ma précédente Note. Je communiquerai à M. Le Verrier, quand il le voudra, ces deux procédés, dont il me force à lui affirmer publiquement l'existence. Mais je ne veux pas, pour mon compte, avoir la responsabilité de leur divulgation.

« A la suite de la Communication de M. Chasles, M. le Président de-
» mande à son confrère s'il lui conviendrait, sans attendre qu'un travail
» dont il a parlé il y a quelque temps, concernant la découverte des lois
» de l'attraction par Pascal soit achevé, de dire, dès ce moment, quelques
» mots de ce grand fait de la science, qui date, comme l'établissement des
» Académies, du XVIIe siècle. M. Chasles répond que d'autres occupations
» urgentes ne lui ont pas permis de donner suite à ce travail, mais que, pour
» satisfaire au désir naturel de M. le Président, il mettra sous les yeux de
» l'Académie, dans la prochaine séance, quelques écrits de Pascal, notam-
» ment une Lettre adressée au célèbre physicien Robert Boyle, qui con-
» tiennent l'énoncé des lois de l'attraction en raison directe des masses et
» en raison inverse du carré des distances. »

» Certes, M. Chasles doit reconnaître aujourd'hui combien il est fâcheux qu'il ait répondu à cette invitation que M. Chevreul lui adressait en sa qualité de Président dans le but évident d'augmenter l'intérêt des séances de l'Académie. Il n'était pas prêt encore pour la discussion que ne pouvait manquer de soulever une affirmation si nouvelle, et il aurait dû attendre d'avoir soumis tous les Documents qu'il possède à un nouvel et plus complet examen. Quoi qu'il en soit, depuis ce moment sa vie, si tranquillement laborieuse, est devenue toute militante. Il a dû laisser de côté les beaux travaux dont les géomètres attendent la suite avec impatience, arrêter la publication de son Rapport sur les progrès des sciences mathématiques en France pendant ces vingt dernières années, interrompre même l'étude calme et méthodique de ces questions historiques si fatalement soulevées, et tout cela pour répondre à une série d'objections de détail que les faits nouveaux dont il a parlé provoquent d'ailleurs tout naturellement dans la plupart des esprits. Se croyant obligé, bien à tort à mon avis, de répondre à ces objections au moment même où elles viennent d'être produites, il veut corroborer la vérité de ses premières affirmations par d'autres Pièces qui soulèvent à leur tour d'autres objections. Ces Documents n'ayant pas été soumis à un examen suffisant, il lui arrive parfois de donner des Pièces qui sont évidemment des copies au lieu d'en produire d'autres qu'il possède et qui pourraient passer pour des originaux, et cette circonstance, on le conçoit, ne contribue pas peu à rendre plus obscure une question qui le serait encore beaucoup sans cela.

» Notre confrère, en effet, tirant surtout ses convictions relatives à l'authenticité des Documents qu'il possède de leur nombre et de l'accord parfait qui règne entre eux, n'a pas attaché à l'étude calligraphique de ses

Pièces l'attention qu'elle méritait. Il n'a constaté que tardivement, à la suite d'une classification à laquelle il se livre assidûment quand on le laisse tranquille, qu'il avait souvent deux ou trois exemplaires de la même Pièce, et qu'à côté de celle qui a le plus d'apparence d'authenticité se trouvaient des copies, copies parfois infidèles, tantôt faites avec une écriture très-analogue et amenant alors bien des confusions, mais parfois aussi tracées avec des caractères qui n'ont plus la prétention de ressembler à ceux de l'écriture prétendue véritable. On conçoit donc que, dans ces conditions, ce qui s'est passé pour la Lettre de Galilée a dû se reproduire dans bien d'autres circonstances, et en voici quelques exemples.

» On conteste en Angleterre l'authenticité des Lettres de Newton; M. Chasles en envoie quelques-unes, et notre si regretté confrère Breswster répond que ce n'est pas là l'écriture de son célèbre compatriote. J'ai voulu examiner moi-même certaines de ces Pièces et j'en ai porté le même jugement en signalant à M. Chasles les différences que j'apercevais. Mais deux ou trois jours après il m'en a montré de nouvelles qui présentaient avec la photographie d'une Lettre de Newton apportée de Genève par le P. Secchi une telle ressemblance, que, si elles avaient été examinées en Angleterre au lieu des imitations maladroites qui y ont été envoyées, on aurait été obligé de reconnaître qu'il y avait sinon identité, au moins une très-grande analogie avec l'écriture authentique de Newton.

» Je crois aussi que les Pièces que M. Chasles avait confiées à M. Faugère, et que celui-ci a fait photographier, ne sont pas de la main de Pascal; mais M. Chasles m'en a montré d'autres qui ressemblent beaucoup plus à la forme habituelle des caractères du manuscrit des Pensées, et contre lesquelles on n'eût pu articuler ces objections d'une manière aussi nette.

» J'ai eu aussi à adresser à M. Chasles quelques observations critiques sur des Lettres attribuées à Maupertuis, à Fontenelle, etc., et il m'en a présenté d'autres que je ne pouvais pas assurer être vraies, car je n'ai pas la prétention d'être calligraphe, mais contre lesquelles je n'avais plus à faire les mêmes observations. J'ajoute que M. Chasles m'a toujours montré ces Pièces deux ou trois jours après que je lui avais énoncé les doutes qu'elles étaient destinées à dissiper : dira-t-on pour cela que le faussaire les avait fabriquées dans l'intervalle? A l'explication que je viens de donner, et que tous ceux qui ont vu comme moi la Collection de notre confrère trouveront si naturelle, substituer cette hypothèse ridicule d'un faussaire, prévenant à chaque instant les désirs de M. Chasles dont il est le compagnon assidu, me paraît une preuve bien saillante des erreurs auxquelles on peut se laisser

entraîner malgré soi quand on aborde les questions avec un parti pris caché souvent à notre insu au fond de la pensée.

» Pourquoi en effet ces explications si peu vraisemblables se sont-elles présentées à l'esprit de M. Le Verrier? C'est que, comme l'avaient fait d'ailleurs beaucoup de ceux qui l'avaient précédé dans cette discussion, il s'est aussi refusé d'une manière systématique à voir et à manier les Documents sur lesquels il discutait. Qu'il me permette de lui dire qu'il a eu tort en cela, et que quand on recherche la vérité on ne doit négliger aucun genre d'investigation qui peut la faire connaître. S'il avait employé quelques heures seulement à fouiller au hasard dans la Collection de notre confrère, si libéralement ouverte à tous, comme chacun sait, il y aurait trouvé une foule d'indices qui auraient modifié ses opinions sur la date présumée de ces Pièces. Sans rien changer aux convictions que lui donnent les savantes observations qu'il vient de développer devant l'Académie, il aurait du moins vu germer dans son esprit l'opinion que la grande masse de ces Documents, dont la fausseté lui paraît démontrée, étaient de longue date passés de main en main chez les collectionneurs, et que si M. Chasles a été induit en erreur en les acceptant d'abord comme vrais, il n'a certes pas été trompé le premier. Les papiers peuvent avoir, comme les hommes, un air de bonne foi qui peut faire croire à leur sincérité, et je suis sûr que, malgré son incrédulité systématique, M. Le Verrier se serait laissé prendre comme j'avoue que j'ai été pris moi-même, au risque de passer pour bien naïf, à l'aspect de ces chemises qui environnaient les liasses dont M. Chasles fait aujourd'hui le long dépouillement. Dans ces annotations diverses (1), dont je mets au hasard sous les yeux de l'Académie

---

(1) Cette liasse renferme............, et on lit au crayon : 228 Pièces qui m'ont été cédées par M. Gaillard, en 1784.

Lettres et Notes de Newton, au nombre de 120, trouvées dans les papiers de M. Desmaizeaux.

Cette liasse renferme 42 Lettres ou projets de Lettres du Roi Jacques II d'Angleterre. Elles sont fort intéressantes et au crayon rouge. Il m'en a été offert 1400 francs.

Cette liasse renferme la Correspondance de Galilée avec le P. Mersenne, contenant 122 Lettres, tant Pièces que Notes, plus deux manuscrits de Galilée. Le tout trouvé parmi les papiers du P. Mersenne, religieux aux Minimes, à Paris, et qu'il avait confiés à Descartes, son ami. C'est des mains de la famille de ce dernier qu'ils ont passé dans celle de M. Foucault, de là dans le cabinet du chevalier Blondeau de Charnage, qui me les céda en 1780, avec un grand nombre d'autres Pièces.

Liasse contenant 100 Lettres et Notes de Blaise Pascal qui m'ont été cédées par M. Dreux

quelques-unes que je me proposais de restituer à M. Chasles et que M. Le Verrier s'obstine à ne pas regarder, il verrait avec moi, s'il y jetait les yeux, se manifester la béatitude trop confiante peut-être du collectionneur en contemplation de ce qu'il regarde comme un trésor plutôt que l'habileté d'un faussaire. Ce n'est pas là sans doute une des démonstrations auxquelles il est habitué; mais un sentiment vague de la vérité peut avoir une influence sur nos opinions et jouer un certain rôle à défaut d'arguments précis, propres à satisfaire pleinement notre intelligence.

» Maintenant que M. Le Verrier a fini ses Communications, M. Chasles va lui répondre, et je le regrette, de peur de voir s'éterniser ces débats. J'avoue qu'à sa place je ne me presserais pas et que je ne voudrais pas ainsi acquitter *à vue* les traites tirées sur mon temps et sur ma vie. Que M. Le Verrier serait bien inspiré, et comme il irait au devant du désir, j'ose presque dire de tous ses confrères, s'il s'abstenait de répliquer, et s'il laissait la question dans laquelle il a apporté ces arguments scientifiques précis que l'Académie était en droit d'attendre de lui, non pas mourir par défaut de discussion, mais s'assoupir, de manière à donner à M. Chasles le temps nécessaire pour coordonner et publier ses Documents, ce à quoi il est si fermement résolu. Peut-être le travail qu'il fera alors à tête reposée, ses

du Radier. (Suit une Notice sur ce collectionneur qui a contribué à former le cabinet de Mme de Pompadour, de Mme de Vergues, de M. de La Vallière, etc.)..... Il est l'auteur de la table du Journal de Verdun en récompense de quoi M. Gemeau, l'imprimeur et l'éditeur de ce Journal, lui remit toutes les Lettres et Manuscrits qui ont servi à cette publication, et dont j'ay une grande partie. J'aurais peut-être tout obtenu si M. Chamfort, le secrétaire de M. le duc de La Vallière, ne m'en eût beaucoup enlevé pour son maître.

Liasse contenant des Lettres en vers et en prose escrites par Jacqueline Pascal à son frère.....

Ce recueil fort curieux, contenant 56 pièces, m'a été cédé en 1765 par M. de Marigny, qui l'a trouvé dans les papiers de Mme de Pompadour.

Liasse contenant les papiers de La Bruyère trouvés par Michallet.... J'ai échangé ces papiers pour 2 manuscrits sur vélin et 22 chartes. Elles étaient dans le cabinet de M. Blondeau de Charnage, qui les tenait de M. Foucault.

Ces documents de divers auteurs, tels que Galilée, Descartes, Pascal,...

Ils furent communiqués à M. le prince de Radziwill, qui me les avait mandés et qui les retourna en 1789 après les avoir gardés dix-huit mois.

Nota. — J'ai soumis l'encre de ces diverses liasses à l'acide chlorhydrique. Il est inutile de dire qu'elle n'a pas disparu, puisqu'on peut faire des objections à ce genre d'essai. Mais j'ai pu constater que les encres étaient différentes, les unes contenant du campêche, et les autres ne contenant que la noix de galle. Les premières rougissent par l'acide chlorhydrique et les autres brunissent sous l'influence de cet agent.

réflexions sur les objections scientifiques présentées par MM. Duhamel et Le Verrier, etc., l'amèneront-elles à reconnaître qu'il a, comme les anciens possesseurs de ses Manuscrits, été induit en erreur, et alors, avec la loyauté si parfaite dont il a fait preuve dans cette discussion, il n'hésitera pas à le reconnaître lui-même.

» Mais peut-être aussi l'ensemble de ces Pièces, leur nombre, leur coordination, la manière dont elles s'étayent les unes les autres, la connaissance des rapports encore inaperçus entre les faits qu'elles énoncent et ceux qui sont déjà publiés, rattacheront ainsi ces faits ignorés à l'histoire connue, et donneront-ils à quelques-uns d'entre eux une certaine sanction. Peut-être amèneront-ils M. Le Verrier lui-même à reconnaître qu'au milieu de cette masse de Documents il y en avait au moins quelques-uns dont la mise en lumière a été utile à l'histoire des sciences, qu'il faut remercier notre confrère M. Chasles de la persévérance dont il a fait preuve, de sa persistance à soutenir que tout ne pouvait pas être faux dans les Documents qu'il possède, et conclure que ce n'était pas du temps perdu pour la science que de les étudier un à un avec un soin minutieux. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Réplique de* **M. Le Verrier** *à* M. Balard *et à* M. Chasles.

« Avant d'entrer dans les développements précis qu'appellent nécessairement les observations présentées par M. Balard surtout, je dois faire plusieurs remarques.

» Quelques personnes m'ont demandé de ne point relever divers points délicats de la discussion et de les laisser tomber en quelque sorte. J'ai le regret de me trouver dans une situation où mon devoir s'oppose à ce que je fasse aucune concession de nature à compromettre la manifestation de la vérité. Je suis entré dans le débat au nom des droits de Newton, un client connu et qu'on peut avouer, et ce serait lui dont on voudrait attaquer la considération et l'honneur! Je serais en faute si par une faiblesse quelconque de ma part, si par une concession qui n'en aurait appelé aucune de la part de notre adversaire, et lorsque je suis certain d'avoir pour nous le droit, j'allais l'exposer à rester voilé dans les nuages par lesquels on s'efforce de l'obscurcir.

» M. Chasles s'écrie qu'on l'attaque, et que la dernière parole doit être réservée au droit sacré de la défense. J'accepte le principe. Mais qui donc est-ce qui attaque ici, si ce n'est M. Chasles? Qui donc a osé dire en s'appuyant sur des papiers suspects, émanant d'une source cachée et

inavouable, que Newton n'était qu'un vulgaire plagiaire qui avait soustrait à Pascal ses titres de gloire? Et quel est celui qui se défend si ce n'est Newton, à qui nul ne peut refuser le droit de pousser à fond le débat et d'exiger qu'on y mette la même rigueur que devant un tribunal? Sur cette rigueur même de la forme, comme sur celle du fond, rien ne peut être concédé. Le sentiment ne peut plus avoir aucune place ici : le droit, rien que le droit!

» Car M. Balard l'a fait remarquer, et nous le confirmons après lui, le débat s'est avancé peu à peu, mais inévitablement sur un terrain où nul fait ne peut être admis s'il n'est prouvé. Mieux vaut s'établir sur ce terrain aujourd'hui que plus tard, et je le ferai certainement puisqu'on m'y convie.

» Nous verrons d'ailleurs si c'est moi qui me suis donné la mission d'éclairer l'Académie ou si ce n'est pas l'Académie elle-même qui me l'a imposée; si ce n'est pas bien plutôt M. Balard qui s'est attribué au sujet des écritures une mission qu'il n'aurait pas remplie jusqu'au bout si nous ne l'y avions invité aujourd'hui.

» Nous verrons si nous n'avons pas fait notre devoir et si M. Balard ne se fait pas illusion en croyant avoir rempli le sien. Mais, pourquoi ces paroles émeuvent-elles notre confrère? Je ne me suis point inquiété des siennes. Notre vivacité tient à la grandeur de la cause. Il n'y a de misérable ici que ces papiers sur lesquels nous discutons pour en faire justice.

» Je n'aurais pas, d'après M. Balard, fait un historique complet, parce que je n'ai pas rappelé à l'Académie l'invitation sur laquelle M. Chasles a présenté ses Pièces apocryphes. Il est très-vrai que, dans ma lecture, j'ai abrégé beaucoup de points, en retranchant ce qui me paraissait inutile pour former la conviction de nos confrères; j'ai supprimé entre autres le passage suivant :

« Dans la séance du 8 juillet 1867, M. Chasles offrait à notre Aca-
» démie *quatre Lettres* de Rotrou, savoir : *deux Lettres* adressées au car-
» dinal de Richelieu, au sujet des Jeux floraux, des Académies, et *deux*
» *Lettres* adressées à Corneille, dans lesquelles il est question du jeune
» Pocquelin (LXV, 49). A la suite de cette Communication, M. le Pré-
» sident Chevreul demandait *à son confrère s'il lui conviendrait, sans attendre*
» *qu'un travail dont il a déjà parlé, concernant la découverte des lois de l'at-*
» *traction par Pascal, soit achevé, de dire dès ce moment quelques mots de ce*
» *grand fait de la science, qui date, comme l'établissement des Académies,*
» *du* XVIIe *siècle* (LXV, 51). »

» Ce passage ne m'avait point alors paru indispensable. Aujourd'hui il

prend une signification toute particulière, mais tout à fait contraire à ce que semble insinuer M. Balard (1).

» Notre confrère s'est en effet bien gardé de dire que le Président dont il s'agit était l'illustre M. Chevreul. Nous verrons tout à l'heure pourquoi M. Balard, qui reproche aux autres leur silence, a pour son compte de telles réticences.

» Est-ce qu'on pourrait vraiment avoir la prétention de rendre M. Chevreul responsable de la déplorable campagne de M. Chasles? On avait dit à notre Président de l'année 1867 qu'on possédait des Pièces d'une rare importance, extrêmement précieuses, établissant pour Pascal des droits à la découverte de la gravitation universelle. « Veuillez les faire connaître », répondait tout naturellement M. Chevreul, qui ne pouvait se douter alors que ces Pièces n'avaient aucun caractère d'authenticité.

» Mais allez donc aujourd'hui demander à M. Chevreul, qui malheureusement vient de quitter la séance, quelle est son opinion sur tous ces prétendus autographes de Pascal, de Newton, de Galilée, de Cassini, de Louis XIV, etc. Personne n'ignore dans cette enceinte, vous n'ignorez sans doute pas vous-même, et je ne commets aucune indiscrétion en disant que M. Chevreul condamne hautement le tout, comme n'étant qu'un tissu de faussetés.

» Ainsi donc vous avez tort de vouloir vous couvrir de l'autorité du Président de 1867 : et M. Chevreul vous l'avait suffisamment montré, lorsqu'au sujet de l'expertise des écritures, dans la séance du 5 juillet dernier, il a opposé, à la facilité avec laquelle vous aviez traité la question, la difficulté réelle qu'il y a de conclure l'âge d'une encre par son examen chimique.

» Je n'ai pas voulu, dites-vous, examiner les Pièces présentées par M. Chasles.

» En êtes-vous bien certain? J'ai fait, à ce sujet, plus que vous ne croyez. Avant d'entrer dans la discussion, j'ai examiné toutes les Pièces données par M. Chasles à l'Académie, et j'ai même dit, dans la séance du 5 juillet, p. 8, que mon opinion n'était nullement favorable à l'authenticité des écritures. Les papiers sont manifestement empruntés à des gardes de livres; dans des cahiers de trois feuilles attribués à Cassini, on trouve des papiers de trois

(1) M. Ballard, dans son allocution, n'avait point cité M. Chevreul. Nous devons faire cette remarque pour maintenir la signification de notre réponse.

fabriques, si l'on en juge par les filigranes. Les maculatures sont tellement différentes de l'une à l'autre feuille, qu'elles prouvent que ces pages n'ont pas vieilli ensemble. J'ai étudié les *fac-simile* de Pascal, de Newton et autres qui ont été produits, les signatures de Pascal en particulier, et j'ai trouvé, comme je pourrai le dire plus tard, qu'elles étaient inacceptables.

» Que me reprochez-vous donc? De n'en avoir pas assez dit, lorsque vous avez commencé en m'accusant d'avoir été trop long. Il est très-vrai que je n'ai pas voulu entrer personnellement dans cette partie du débat. M. Chasles, qui avait récusé le témoignage des Conservateurs des manuscrits de la Bibliothèque de Londres, des Conservateurs des manuscrits de la Bibliothèque impériale de Paris, n'aurait pas manqué de m'objecter, comme à eux, que je n'étais pas un expert en écritures.

» Je pourrais d'ailleurs rappeler à M. Balard que, si je lui ai refusé de traiter des écritures, il m'a refusé, lui, d'entrer dans les considérations scientifiques.

» Si j'ai dit qu'en ce qui me concerne j'avais reçu mission de l'Académie, c'est qu'effectivement je fus nommé Membre de la Commission instituée en 1867 pour examiner ces graves questions; j'ai été fidèle aux précédents de cette Commission au sujet des écritures.

» C'est elle qui le 19 août demandait à M. Chasles de faire connaître l'origine immédiate de ses Documents. M. Chasles refusa.

» C'est elle qui demandait, en outre, à notre confrère de déposer l'ensemble complet des Pièces, afin que chaque question fût traitée sur la totalité des données qui la concernent.

» M. Chasles s'y refusa également. Ce dépôt une fois effectué et déclaré complet, disait-il, il faudra donc, si de nouveaux Documents viennent à se produire, les refuser afin de ne pas m'exposer au reproche d'avoir retenu quelques Pièces.

» Nullement, répondait-on, si de nouvelles Pièces sont proposées à M. Chasles, il en informera la Commission de l'Académie, qui ne saurait être sérieuse qu'à la condition de posséder toutes les informations sans exception.

» J'entends M. Chasles protester contre l'exactitude de ces affirmations, et je m'en étonne. On les a répétées cent fois devant l'Académie sans que M. Chasles ait réclamé.

» M. Chevreul et M. Decaisne, Membres de la Commission, savent que c'est en raison de ces refus qu'elle s'est séparée. Et le Président lui-même

de la Commission, M. Chevreul, dans la séance du 19 août 1867 (*Comptes rendus*, t. LXV, p. 310) en a fait la déclaration en ces termes :

« M. Chevreul pense que du moment où des Membres de la Commission » déclarent, comme le fait M. Le Verrier, avoir besoin, avant de prononcer » un jugement, de connaître des faits que M. Chasles considère comme » étrangers à la question, il ne resterait à la Commission qu'à examiner les » écritures pour savoir si elles sont ou ne sont pas de Pascal. Or M. Che- » vreul se déclare incompétent pour prononcer sur une telle question.... » Il pense que la Commission a fait tout ce qu'il était possible de faire. »

» Quels seraient donc ces faits, dont les Membres de la Commission demandaient une connaissance que M. Chasles refusait, si ce n'étaient ceux que j'ai indiqués, savoir : le refus de déclarer l'origine des pièces et d'en faire un dépôt régulier. On n'en saurait indiquer d'autres; il est trop tard aujourd'hui pour protester qu'on n'a point adressé à la Commission des refus compromettants, qui l'ont obligée à se séparer.

» Tout le monde sait qu'il n'y a que les experts les plus déliés qui puissent arriver à déceler un faux fait avec habileté. J'ai refusé et je refuse de me laisser entraîner à une besogne qui n'est pas mon affaire et dans laquelle on aurait espéré d'avoir facilement raison de moi aux dépens de la vérité.

» Cette besogne, M. Balard l'a entreprise. L'a-t-il fait avec succès? A-t-il rempli son devoir?

» Nous avons déjà cité l'article sur ce sujet, inséré par notre savant confrère aux *Comptes rendus* et dans lequel, suivant nous, on garde une certaine neutralité prudente, impropre à éclairer la question, mais qui permet à l'auteur de se tirer d'affaire à tout événement. M. Chasles n'hésite pas à conclure de cette Communication que la vétusté de ses Pièces est péremptoirement démontrée. Il ne voit pas la réserve posée par M. Balard pour le cas où l'on aurait des moyens artificiels de vieillir l'encre rapidement. Il est vrai qu'en sens contraire, M. Balard s'est hâté d'ajouter qu'on n'a point entendu dire que des encres ou des procédés de ce genre aient été mis en usage par des faussaires. M. Balard est-il bien certain de ne l'avoir pas entendu dire?

» C'est ce vague dans la discussion, ce *pour*, ce *contre* avec lesquels, suivant nous, on ne remplit pas son devoir. Chose curieuse, M. Balard a commencé par regretter qu'à notre Communication scientifique de ce jour nous ayons ajouté l'appel par lequel nous lui demandions de déclarer, oui ou non, si le procédé Carré pour la vérification des écritures signifie

quelque chose. D'où il résulte que, sans cette sommation, M. Balard n'aurait rien dit, et l'Académie ignorerait encore que, dans l'opinion de M. Balard lui-même, les vérifications faites relativement à l'ancienneté des écritures ne signifient absolument rien et que, sous ce rapport, toutes les pièces présentées par M. Chasles peuvent être d'hier.

» Poursuivons cet examen et accomplissons en son entier la rude tâche de faire la lumière.

» Pourquoi dans la mission qu'il s'est donnée, M. Balard ne dit-il qu'une partie de ce qu'il croit? Estime-t-il que les pièces attribuées à Galilée et qui doivent renverser l'histoire de l'Astronomie soient exactes?

» Non, me répond M. Balard.

» Je le remercie de cette déclaration. Elle m'encourage à adresser à sa loyauté une autre demande.

» M. Balard estime-t-il que les pièces astronomiques attribuées à Pascal soient authentiques?

» Non, me répond M. Balard; et je l'en remercie encore, car il apparaît ainsi aux yeux de tous que nous sommes d'accord sur trois points :

» 1° Les pièces astronomiques attribuées à Galilée sont fausses;

» 2° Les pièces astronomiques attribuées à Pascal sont fausses;

» 3° Les vérifications faites sur les encres ne prouvent pas que l'écriture ne soit toute récente.

» Reste donc un point, de la plus haute importance, je le reconnais, concernant l'origine des Pièces, à l'égard duquel M. Balard considère comme improbable une opinion que j'ai laissé entrevoir et que notre confrère me demande de préciser. Je le veux bien, mais à la condition qu'au point où en est arrivé le débat, il sera permis de dire chaque chose avec la même netteté que devant un tribunal.

» Déjà M. Faugère, et d'autres avec lui, ont estimé que les écritures ne sont pas anciennes, que le faussaire peut être vivant et que c'est pour cela qu'il se cachait; qu'il continuait de travailler, à l'insu de M. Chasles.

» La non-ancienneté des Pièces a été démontrée par M. Faugère, en considérant la fausse signature PASCAL qu'elles portent toutes. Les signatures authentiques PASCAL qu'on connaît sont d'une très-grande écriture et présentent un P barré. Les pièces déposées par M. Chasles portent toutes une petite signature qui n'a aucun rapport avec la précédente. Cette petite signature, dit M. Faugère, est fausse, et j'ai le regret de l'avoir mise dans

la circulation en introduisant dans mon édition des *Pensées de Pascal*, il y a vingt-cinq ans, un faux autographe dont je donnai un *fac-simile*. Peu d'années après, j'ai reconnu l'erreur, et j'ai averti que la pièce attribuée à Pascal était très-certainement fausse. C'est évidemment sur le *fac-simile* de cette édition que la signature Pascal apposée sur les pièces de M. Chasles a été fabriquée.

» M. Chasles naturellement n'accepte pas cette explication. Il assure sans en donner aucune preuve, comme d'usage, que Pascal a substitué une petite signature à la grande vers 1647. Qu'à partir de 1648, il n'a plus fait usage que de la petite, qui ainsi se trouve seule sur les manuscrits produits sous le nom de Pascal.

» Mais, outre que l'assertion n'est étayée par rien, une telle interprétation ne pouvait être plausible qu'au moment où M. Chasles assurait que les Pièces avaient été écrites vers 1658; c'est à cette occasion qu'il prétendait avoir répondu à tout, et qu'on n'avait répondu à rien. Mais puisqu'il a fallu abandonner le terrain de 1658, et reporter le travail en 1641 au plus tard, époque à laquelle on avait reconnu qu'il n'était point encore question de la petite signature, il est trop clair que la réponse de M. Chasles n'a plus aucun sens et que la démonstration de M. Faugère subsiste.

» Survinrent alors divers incidents qu'il est inutile de rappeler, et dont découlaient des objections auxquelles M. Chasles répliqua en apportant de petits fascicules de Lettres, contenant des réponses tellement précises, qu'elles semblaient avoir été arrangées pour la circonstance. On se trouva toutefois arrêté par deux obstacles dans les déductions qu'on aurait pu vouloir en tirer.

» D'une part, M. Chasles déclarait qu'il avait depuis longtemps les Pièces qu'il apportait.

» De l'autre, on objectait l'ancienneté des écritures, ancienneté inattaquable, que des expériences chimiques démontreraient certainement, prétendait-on, qu'elles démontraient déjà.

» C'est à ce point qu'on en était arrivé, lorsqu'un dernier fait tout récent s'est produit, pour lequel nous ne sommes plus arrêtés ni par l'une, ni par l'autre objection, et dans lequel on est libre d'admettre, on a toutes les raisons de croire que la pièce est d'hier.

» L'objection venant de l'essai des encres n'existe plus. M. Balard vient de nous déclarer que le procédé suivi dans cet essai n'a aucune valeur. L'encre peut être vieillie artificiellement en peu d'heures. Il y a, assure-t-on, à

Paris, tel honorable chimiste qui l'affirmait antérieurement, et, dans la séance du 5 juillet, M. Chevreul avait déjà insisté sur les difficultés que présente l'expertise de l'âge d'une écriture.

» D'un autre côté, M. Chasles est convenu qu'il ne savait pas avoir en sa possession la nouvelle Pièce qu'il présente.

» M. Chasles, on le sait, tiendrait beaucoup à montrer que Galilée n'était pas aveugle dans les dernières années de sa vie; encore bien que cela ne prouvât pas la vérité des Pièces astronomiques attribuées au philosophe de Florence.

» A cet effet, notre confrère a déclaré qu'il possède une Pièce datée du 5 novembre 1639 et qui, suivant lui, était très-certainement de la main de Galilée. « Il n'est personne, ajoutait-il, qui pût se refuser à le reconnaître. » M. Chasles a donc envoyé à Florence une photographie de cette Pièce, dans l'espoir d'obtenir une déclaration favorable.

» Cet espoir a été déçu. Dès que la photographie exécutée par les soins de M. Chasles a pu être examinée, on a reconnu, à Paris comme à Florence, que ladite Pièce n'était qu'un faux grossier, une copie malhabile faite sur l'édition des *OEuvres de Galilée* par Albéri, t. XV, p. 257.

» Sur quoi, dans la séance du 19 juillet, M. Chasles nous a annoncé, sans plus de façon, qu'il s'était trompé; que la photographie envoyée par lui à Florence, et sur laquelle il avait affirmé qu'on reconnaissait l'écriture de Galilée sans que personne pût le nier, n'était cependant « ni une reproduction, ni même UNE IMITATION de Galilée. »

» Mais s'il a envoyé à Florence une Pièce qui n'était pas de la main de Galilée, M. Chasles en a trouvé une autre qu'*il ne savait pas avoir;* et pour le coup, celle-ci, dit-il, est bien certainement de la main de Galilée. Sur quoi, nous ferons remarquer que M. Chasles ayant déclaré que les deux mille autres pièces qu'il attribue à Galilée sont certainement de la même main que la première Pièce qu'il a envoyée à Florence, elles ne peuvent pas être de la même main que la seconde, et par conséquent sont fausses.

» Cette nouvelle Pièce ne renferme pas les erreurs que les expertises ont fait connaître dans la première. Elle lui sera substituée, et l'on en enverra à son tour la photographie à Florence, pour que la première soit tenue comme nulle et non avenue.

» Nous protestons contre cette substitution.

» La Pièce est produite après coup.

» On ne savait pas l'avoir.

» Son origine est inconnue.

» Les fautes signalées par l'expertise dans la première Pièce ne se trouvent plus dans celle-ci.

» Lorsqu'il en a été question pour la première fois le 10 juillet, on connaissait depuis dix-huit jours à Paris que la première Pièce était fausse et qu'elle avait été vraisemblablement copiée sur Albéri.

» Le faussaire qui l'avait copiée le savait sans doute avant nous, et lorsqu'il apprit, le 3 mai, que la photographie devait être envoyée à Florence, il lui fut facile de prévoir le résultat de l'expertise. Il a donc pu dès lors et il a dû préparer un moyen de défense.

» Ce moyen, c'est la nouvelle Pièce qu'on déclare authentique en demandant qu'elle soit substituée à la première, dont elle diffère complétement!

» Cette substitution frauduleuse n'est pas *probable*, vient de dire M. Balard. Nous prenons acte de ce mot, et nous répondons que le débat est sans doute devenu trop grave pour qu'on puisse s'en rapporter à des *probabilités*. Si l'on veut que la Pièce puisse être acceptée, il faut que M. Chasles établisse d'une façon irrécusable que cette Pièce, qu'il ne savait pas avoir et qui, au milieu de vingt mille autres, s'est découverte *au moment utile*, n'a pas pu y être introduite à son insu. Et c'est ce qu'il est loin de faire.

» Le faussaire, objecte M. Chasles, n'aurait point eu le temps de fabriquer une telle Pièce. Nous répondons que depuis le 3 mai jusqu'au 10 juillet le temps a été plus que suffisant.

» Mais, ajoute-t-on, comment aurait-on donné à la seconde Pièce une plus grande exactitude qu'à la première? Rien de plus simple. Lorsqu'on a fabriqué des milliers de pièces pour les vendre et en tirer un profit illicite, mais proportionnel à leur nombre, on n'a pas pu apporter un grand soin à chacune d'elles, et on a laissé courir la plume. Mais du moment que l'attention vient à se porter spécialement sur une Lettre, on y peut donner un soin particulier, reprendre l'orthographe italienne d'il y a deux siècles, éviter les absurdités, et imiter les écritures dont on a très-certainement entre les mains des *fac-simile*. Le P. Secchi ne nous a-t-il pas appris qu'il y a quelques années, un inconnu fit à la Bibliothèque barbérienne un *fac-simile* tellement parfait d'un autographe, qu'un œil exercé ne pouvait distinguer entre l'original et la copie?

» Mais, quel aurait été l'intérêt de ce nouvel acte coupable? demande enfin M. Chasles; le faussaire eût été bien généreux de nous donner ainsi de nouvelles copies. L'objection n'est pas sérieuse, et l'intérêt du faussaire est trop évident. Il lui importe assurément que la lumière ne vienne point à se faire pour M. Chasles, et de n'être pas abandonné par notre confrère, afin de n'avoir point à lui restituer ce qu'il a indûment reçu, sans être dispensé par là des peines que la loi porte contre ces criminelles industries.

» M. Balard et M. Chasles trouveront sans doute que j'ai répondu avec toute la netteté qu'ils pouvaient désirer.

» Je reconnais que M. Balard s'est de son côté mis en règle, au sujet des écritures et de l'authenticité des pièces attribuées à Pascal et Galilée.

» Reste notre confrère M. Chasles, qui seul garde par devers lui la connaissance d'un mystere qu'il ne veut pas révéler. Les gens qu'il continuerait à couvrir ainsi de son honorabilité n'en sont pas dignes s'ils acceptent. A mon tour, je demande catégoriquement à M. Chasles de dire, oui ou non, s'il veut faire connaître ceux que nous tenons pour coupables.

» Non, nous répond M. Chasles.

» Notre dernier mot nous est ainsi dicté. Très-certainement, ceux-là qu'on ne peut produire et qui ne veulent pas se montrer sont coupables. M. Chasles vient de prononcer leur condamnation. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Remarques sur la position des trachées dans les Fougères* (deuxième Partie). *Structure du* Pteris aquilina; *par* **M. A. Trécul** (1).

« Dans ma Communication du 21 juin, après avoir décrit trois types de structure pour les *Pteris*, j'ai ajouté que le *Pt. aquilina* en donne un quatrième (*Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 1442). C'est de cette plante que je désire entretenir l'Académie. Son organisation, qui offre un exemple de la combinaison et en quelque sorte l'exagération de tous les faits anatomiques principaux que j'ai signalés dans les Fougères, a frappé de bonne heure, puisque c'est à la disposition des faisceaux de son pétiole que cette plante doit son nom spécifique.

» Son rhizome traçant, un peu comprimé, possède de chaque côté une

---

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant les limites réglementaires, serait insérée en entier au *Compte rendu*.

ligne fauve, un peu saillante, à laquelle correspondent les insertions des frondes (ou celles des rameaux) qui sont distiques par conséquent. Chaque fronde est très-souvent accompagnée à sa base d'un rameau rudimentaire, à l'aisselle duquel elle est insérée, et qui la porte quand il est plus développé.

» Une coupe transversale du rhizome montre de l'extérieur à l'intérieur : 1° une couche de cellules brunes interrompue vis-à-vis des lignes latérales fauves superficielles; 2° un parenchyme dont les cellules contiennent à la fois de la gomme et des grains amylacés de formes très-irrégulières, et au milieu duquel sont épars des petits groupes de cellules fibreuses brunes, à parois épaisses et poreuses; 3° une série circulaire de sept à douze faisceaux inégaux, dont le supérieur est de beaucoup le plus large; 4° une zone fibreuse brune, composée de cellules à parois épaisses, stratifiées et poreuses, laquelle est fermée de toutes parts à certaines places, ou bien ouverte sur les deux côtés, ou plus souvent sur un seul, ordinairement au-dessous de l'insertion de chaque feuille; 5° deux larges faisceaux centraux, disposés sur des plans horizontaux parallèlement au faisceau supérieur. L'inférieur des deux faisceaux centraux est souvent divisé en deux ou trois.

» Ces deux faisceaux sont accompagnés *sur leur face interne*, qui coïncide avec la région centrale de la tige, et cela est fort remarquable, d'une couche ou de petits groupes de cellules brunes, semblables à celles qui, sur les faisceaux externes, occupent à l'extérieur à peu près la même place que les vraies fibres du liber dans les Phanérogames (1).

» Ce rhizome est donc bien différent de celui des *Pteris serrulata*, *sagittifolia*, et autres tiges de Fougères (*Athyrium Filix-fœmina*, *Phymatodes vulgaris*, *Polypodium aureum*, *Blechnum brasiliense*, etc.), qui n'ont que des faisceaux anastomosés entre eux autour d'un centre cellulaire.

» La constitution des faisceaux du rhizome du *Pteris aquilina* est aussi

---

(1) Suivant M. Lestiboudois (*Comptes rendus*, 1854, t. XXXIX, p. 989), le rhizome a « deux cercles vasculaires, séparés par un anneau de tissu noir. Le cercle extérieur est formé de nombreux faisceaux, presque tous arrondis, quelques-uns élargis, quelquefois marqués en dehors d'une ligne noire très-étroite. Les faisceaux centraux sont larges, au nombre de trois, dont deux sont souvent soudés..... Au centre est une ligne noire, quelquefois à peine visible, ne formant parfois qu'une légère trace au contact des faisceaux. » M. Lestiboudois, qui admet l'existence des trachées dans les Fougères (*loc. cit.*, p. 988), ne dit absolument rien de leur position, non-seulement en ce qui concerne le *Pteris aquilina*, mais toutes les plantes qu'il a citées.

fort remarquable. Chacun d'eux, s'il est étroit, a des trachées et des vaisseaux annelés dans sa partie centrale; s'il est large, comme le faisceau supérieur et les deux centraux, il en a sur deux ou trois points distants l'un de l'autre, environnés de toutes parts également par les vaisseaux rayés, auxquels se mêlent quelques cellules allongées. Quelquefois les vaisseaux rayés, qui sont en arrière, étant fort petits, les vaisseaux annelés et les trachées sont alors tout près du dos du faisceau. Dans quelques faisceaux assez rares, les vaisseaux trachéens et annelés sont placés dans un simple enfoncement étroit et profond.

» Le reste de la constitution des faisceaux étant conforme à ce que j'ai dit de général dans mon travail précédent, je ne m'y arrêterai que pour ajouter que *tous ces faisceaux, larges ou grêles, ont ordinairement quelques vaisseaux rayés ou ponctués beaucoup plus petits que les autres, sur les côtés par lesquels ils s'anastomosent avec les voisins*, ainsi que je l'ai dit des faisceaux du *Phymatodes vulgaris*. Cela donne à leur section transversale une certaine ressemblance avec la coupe d'une racine.

» Des anastomoses unissent çà et là les faisceaux externes, et ceux-ci sont reliés aux internes à travers les fentes de la couche fibreuse qui les sépare. Les deux larges faisceaux centraux superposés sont, par places, unis par leurs côtés, plus rarement par leur région moyenne.

» De même que les faisceaux de la tige sur lesquels elles sont insérées, les racines adventives ont un groupe de petits vaisseaux rayés à chaque extrémité du grand diamètre de leur corps vasculaire, lequel grand diamètre est parallèle à l'axe du faisceau qui porte la racine. Toutefois ces racines manquent du groupe central des trachées et des vaisseaux annelés, et par là la section transversale de leur système fibrovasculaire diffère de celle d'un faisceau grêle de la tige. Mais en cela même elle se rapproche de la structure des faisceaux du rhizome de quelques autres Fougères (*Phymatodes vulgaris, Polypodium aureum*, etc.) (1), et, de plus, le tissu libérien dit

(1) Dans le rhizome du *Polypodium aureum*, il y a assez souvent quelques autres petits vaisseaux rayés ou ponctués sur la face externe du groupe vasculaire, beaucoup plus rarement sur la face interne, mais ni trachées ni vaisseaux annelés. Au contraire, tous les faisceaux du pétiole sont pourvus de ces deux dernières espèces de vaisseaux, et dans les principaux faisceaux dorsaux ces trachées et ces vaisseaux annelés sont situés aux deux côtés du faisceau avec les plus petits vaisseaux rayés ou ponctués, comme il vient d'être dit, mais à la face interne de ceux-ci. J'ai signalé le même fait dans le faisceau dorsal médian du pétiole du *Nephrolepis platyotis* (*Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 1443).

tissu cribreux est réparti de la même manière sur les côtés du grand diamètre du groupe vasculaire de la racine et de chaque faisceau du rhizome. Dans l'un et dans l'autre organe, le corps fibrovasculaire est enveloppé par la couche de cellules superficielles que j'ai décrite le 21 juin (*Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 1438).

» Le passage des faisceaux du rhizome au pétiole offre quelques modifications, suivant que la base de la fronde est accompagnée ou non du petit rameau rudimentaire mentionné plus haut. Quand le rameau est assez fort, c'est de lui que naît la fronde; quand il n'est que très-faible, sous la forme d'une courte protubérance, ses éléments fibrovasculaires et ceux de la fronde émanent ensemble des faisceaux du rhizome; mais ceux de la fronde ou feuille sont AXILLAIRES par rapport à ceux du petit rameau.

» Quand le pétiole est inséré immédiatement sur la tige, sans accompagnement du rameau rudimentaire, ses faisceaux tirent leur origine à la fois des faisceaux centraux et des faisceaux externes voisins de l'insertion (1).

» Le phénomène consiste, d'abord, dans la soudure des deux faisceaux du centre entre eux, un peu au-dessous de l'insertion de la feuille, et le plus souvent, mais non toujours, du côté de celle-ci; après s'être séparés de nouveau, ils s'élargissent et vont, l'un après l'autre, soit directement, soit par une de leurs divisions (car ils se partagent en cet endroit), se souder avec un ou les deux faisceaux externes les plus proches de la fente de la couche fibreuse brune qu'ils traversent en cet endroit. Un peu plus haut, la partie de ces faisceaux ainsi anastomosée, s'isole de ceux qui restent au centre de la tige, et se partage en deux paires de faisceaux qui, sur la coupe transversale, figurent simultanément ou successivement par leur soudure deux courbes opposées par leur convexité. L'interne a sa concavité dirigée vers l'intérieur du rhizome, l'externe a la sienne tournée vers l'extérieur de celui-ci. Ces deux faisceaux courbes sont la première ébauche des deux cols de l'aigle à deux têtes. Alors la couche de tissu brun qui entoure l'ensemble de tous les faisceaux du centre, envoyant deux proéminences opposées entre ces deux courbes, y forme plus haut une cloison

(1) C'est ce qu'avait déjà observé M. Lestiboudois, qui s'exprime ainsi (*loc. cit.*, p. 989 à 990) : « Près du point d'épanouissement on voit l'anneau noir s'ouvrir du côté correspondant à la feuille; les faisceaux centraux se divisent, ainsi que les branches de l'anneau ouvert, et la feuille emporte à la fois les faisceaux externes correspondants, les divisions des faisceaux centraux et la partie séparée de l'anneau noir. »

qui les sépare. Une semblable cloison se développe entre ces faisceaux du pétiole et ceux qui continuent de se prolonger dans le centre du rhizome.

» En même temps, le large faisceau supérieur externe de la tige s'étend aussi en largeur; il émet latéralement un faisceau plus petit que lui, puis un second. Ces deux nouveaux faisceaux sont d'abord séparés des deux faisceaux courbes par la couche fibreuse brune qui, dans le rhizome, isole les faisceaux du centre des faisceaux externes; mais cette couche disparaissant au côté supérieur du pétiole, chacun de ces deux faisceaux externes se rapproche du bord supérieur de celui des deux faisceaux courbes qui lui est opposé. Il se soude ou non avec lui, et dès lors ces deux faisceaux nouvellement formés constituent la partie supérieure de l'aigle, dont les deux courbes représentent les cols.

» Tels ne sont pas tous les faisceaux du rhizome qui prennent part à la formation du pétiole. Il s'y ajoute encore des faisceaux de la face inférieure du rhizome, au nombre de deux ou trois, assez souvent deux seulement. Ces faisceaux inférieurs sont, vers la base du pétiole, séparés des faisceaux courbes par la couche de tissu brun initiale, qui était continue dans le principe avec celle du rhizome, mais dont elle s'est isolée, sans s'effacer comme elle l'a fait au côté supérieur du pétiole.

» On a donc alors, dans la partie inférieure de celui-ci, au-dessous de cette bande horizontale, quelques faisceaux étroits, souvent seulement deux; au-dessus d'elle et séparés l'un de l'autre par la cloison verticale brune qui fait avec l'horizontale une sorte de T renversé, deux faisceaux courbés en sens inverse, surmontés chacun d'un faisceau plus petit qui fréquemment est soudé ou fusionné avec lui. Quelquefois aussi, assez souvent même, l'un des faisceaux courbes est décomposé en ses deux faisceaux élémentaires.

» C'est de ces différents faisceaux que résultent, par des divisions successives, tous les autres faisceaux, qui sont en nombre d'autant plus grand (parfois plus de trente), que le pétiole est plus volumineux. Par la division du faisceau qui surmonte chaque faisceau courbe, en sont formés deux ou trois qui prolongent de chaque côté le col de l'aigle élégamment infléchi. Du côté inférieur de chaque faisceau courbe naissent aussi par division quelques faisceaux qui, contournant à chaque extrémité de la bande de tissu brun horizontale, la supérieure des deux branches que cette bande y produit, vont constituer les ailes. Enfin les faisceaux de la face dorsale, se divisant de même, dessinent la partie inférieure de l'aigle.

» Tous ces faisceaux s'anastomosent fréquemment avec leurs voisins immédiats, et aussi les inférieurs avec ceux de la base du col à travers la couche de tissu brun horizontale, qui au reste disparaît plus haut.

» Quand on jette les yeux sur la coupe transversale des plus volumineux pétioles, la plupart de ces faisceaux semblent épars sans ordre bien apparent. Leur forme et leur dimension sont aussi très-variées. Il y en a, en effet, à section transversale arrondie, elliptique, oblongue, réniforme et diversement sinueuse. Dans les uns, les petits vaisseaux, qui sont rayés, ponctués, annelés ou spiraux, sont à une extrémité et forment souvent un crochet (dans lequel sont les vaisseaux annelés et les trachées ou leurs débris); les gros vaisseaux sont à l'autre extrémité. Ailleurs il existe un tel crochet aux deux extrémités. D'autres faisceaux, ordinairement voisins du dos du pétiole, ont les vaisseaux disposés en cercle; les plus petits vaisseaux, près desquels sont les trachées et les vaisseaux annelés, forment la partie du cercle la plus rapprochée du dos. Les plus larges faisceaux, qui sont tournés vers la face supérieure du pétiole, ont deux, trois ou quatre petits groupes de vaisseaux annelés et de trachées sur leur côté interne.

» L'orientation de ces faisceaux paraît aussi diverse que leur forme. En allant de la face supérieure au dos du pétiole, on observe d'abord des faisceaux qui ont le côté trachéen supère. Les faisceaux qui viennent après ont le côté trachéen tourné vers le dos du pétiole. Certains faisceaux latéraux ont les trachées regardant le centre de l'organe. Chez d'autres, elles sont tournées vers les côtés de celui-ci. Enfin, dans les faisceaux dorsaux, les trachées sont manifestement sur la face interne. Quelques-uns des plus petits faisceaux n'ont ni trachées ni vaisseaux annelés.

» Quand on a étudié la disposition des faisceaux dans la feuille entière, on s'aperçoit que la confusion n'est pas aussi réelle qu'elle le paraît à certaines places; on reconnaît que tous ces faisceaux sont disposés suivant une ligne très-sinueuse, comparable à celle que présente le pétiole du *Pteris elata*, dont la section transversale de la bandelette vasculaire continue simule, ai-je dit, un vase à large panse. Eh bien, dans certaines parties du pétiole du *Pteris aquilina*, et quelquefois même où l'aigle héraldique est le mieux figurée, quand l'ordre n'a pas été troublé par des anastomoses des faisceaux dorsaux ou des ailes avec les supérieurs, on remarque qu'en partant d'une des têtes de l'aigle, et suivant de haut en bas le col, passant ensuite dans la courbe représentant l'aile correspondante, d'où l'on arrive

au sinus inférieur du même côté, on est conduit, à travers l'autre sinus inférieur, dans l'autre aile, d'où l'on parvient au col et à la seconde tête de l'aigle. En parcourant cette ligne on trouve, et cela devient évident par ce qui suit, que le côté trachéen de tous les faisceaux correspond à la face interne *réelle* du système vasculaire, comme si tous les faisceaux étaient réunis en une bandelette continue.

» Tout cela ne donnerait pourtant pas le droit de soutenir que cette plante ne s'éloigne qu'en apparence du type le plus commun des végétaux vasculaires; car la disposition des éléments des faisceaux, comme chez d'autres Fougères citées dans mon travail précédent, y est réellement très-différente de ce qu'elle est dans la plupart des Phanérogames, et d'ailleurs le rhizome, qui a deux larges faisceaux centraux, et dans tous les faisceaux duquel les trachées, occupant la partie centrale, sont entourées le plus souvent de toutes parts par les vaisseaux rayés, ne permet pas une assimilation avec la structure de la généralité des végétaux cotylédonés.

» L'espace me manquant, je ne suivrai point les modifications que subit cette organisation dans tous les entre-nœuds du pétiole commun ou rachis. Je me contenterai de dire ici que le nombre des faisceaux diminue de bas en haut, et qu'à une certaine hauteur ils sont réduits à six, que l'on peut regarder comme fondamentaux, car *dans les plantes les plus chétives*, dont les pétioles n'ont qu'environ 3 millimètres de diamètre dans leur plus grande épaisseur, les faisceaux sortis du rhizome donnent lieu à six faisceaux arrangés symétriquement, comme on les observe au reste dans les entre-nœuds moyens des pétioles les plus vigoureux, ainsi que dans les pétioles secondaires et tertiaires, qui ne sont pas trop affaiblis comme ils le sont vers le sommet.

» Dans toute la longueur du pétiole commun, même où les faisceaux sont le plus nombreux, un œil exercé les reconnaît à la disposition de leurs éléments, que ces faisceaux soient indivis ou qu'ils soient partagés en faisceaux secondaires. Dans tous les cas, ils ont la même position relative, représentée par l'arrangement des lettres

A *a*
B *b*
C *c*.

» Excepté dans les deux faisceaux de la face interne (A*a*) des pétioles très-vigoureux, qui ont trois ou quatre groupes trachéens un peu distants, les six faisceaux ont généralement leurs gros vaisseaux à une extrémité, et

les petits à l'autre. Ceux-ci forment souvent un crochet ou une simple courbe dans laquelle sont les vaisseaux annelés et les trachées, ou les débris de ces dernières. Toutefois, cette courbe ou crochet est fréquemment terminée par un vaisseau moins petit que les autres.

» Ces faisceaux étant disposés par paires (A*a*, B*b*, C*c*), ceux de la même paire sont ordinairement symétriques de forme et de position, et leur côté trachéen est tourné en sens inverse de celui des faisceaux de la paire immédiatement voisine.

» Où ces faisceaux sont isolés les uns des autres, ceux de la paire supérieure A*a*, un peu inclinés l'un par rapport à l'autre, convergent vers le centre du pétiole par leur extrémité formée de gros vaisseaux. Les faisceaux de la paire moyenne B*b*, placés presque perpendiculairement aux précédents, ont leurs gros vaisseaux à l'extrémité interne, dirigés vers les gros vaisseaux de la paire A*a*, et leurs petits vaisseaux formant crochet sont tournés vers les faces latérales du pétiole; l'ouverture du crochet, et par conséquent leur côté trachéen, sont dirigés vers le dos. Les faisceaux de la paire dorsale C*c* ont l'ouverture de leur crochet tournée vers celle du crochet des faisceaux B*b*; cette ouverture et leur côté trachéen regardent donc la face supérieure du pétiole. Leur extrémité à gros vaisseaux est dirigée vers l'intérieur du pétiole, et quand ces deux faisceaux C*c* convergent l'un vers l'autre, ce qui est presque toujours le cas, c'est par cette extrémité que la convergence a lieu.

» Il suit de là que lorsque ces faisceaux s'assemblent, ils le font par leurs côtés similaires. Si les deux faisceaux supérieurs A*a* s'unissent, c'est par leurs gros vaisseaux que la fusion est effectuée. Il en est de même quand A s'associe à B, et *a* à *b*. Au contraire, quand les faisceaux de la paire moyenne B*b* s'allient à ceux de la paire dorsale C*c*, c'est-à-dire quand B s'ajoute à C et *b* à *c*, ils le font par leurs petits vaisseaux. Enfin les deux faisceaux dorsaux C*c* s'unissent par leurs gros vaisseaux.

» Toutes ces soudures ne s'opèrent pas toujours en même temps. Très-souvent A est uni à B et *a* à *b*, C et *c* restant libres ou étant greffés par leurs gros vaisseaux. Ailleurs, A et *a* sont ou libres ou soudés, tandis que BC*cb* sont fusionnés latéralement. Parfois, A et *a* étant isolés, B est allié à C et *b* à *c*. Ou bien encore ABC forment un groupe, et *abc* un autre groupe. Enfin ABC*cba* sont fréquemment unis en une bandelette continue formant gouttière dans les parties supérieures des pétioles des divers ordres, où ils vont toutefois en s'affaiblissant et s'effaçant graduellement.

» Ces groupements peuvent être dits réguliers. Il y en a d'autres sans symétrie; mais dans tous les cas les faisceaux conservent leur position relative normale, qui est à peine légèrement troublée quand un des faisceaux, avant ou après l'émission d'un faisceau par une de ses deux extrémités, se trouve ou plus étroit ou plus large que son homologue (1).

» Il me reste à dire comment s'effectue le passage des faisceaux du pétiole primaire aux pétioles secondaires, de ceux-ci aux tertiaires, et de ces derniers aux nervures médianes des lobes lamellaires.

» Je ne pourrais, sans le secours de plusieurs figures, exposer avec détail ce qui a lieu au-dessous des branches inférieures de ceux des pétioles primaires dont les faisceaux sont nombreux. Je me bornerai à en résumer les principaux traits.

» Le concours de faisceaux émis par le faisceau dorsal, par le faisceau moyen et par le faisceau supérieur d'un même côté du pétiole primaire est nécessaire à la formation du pétiole secondaire. Un faisceau arqué, dont la concavité est supère, se sépare de l'extrémité antérieure du faisceau supérieur. Au dos de ce faisceau courbe vient s'ajouter un autre faisceau courbé en sens inverse, fourni par le faisceau moyen. Il en résulte l'apparence d'un x renversé (ϰ), quand on ne voit que la coupe transversale. Du côté externe de cet x se sont rapprochés deux ou trois faisceaux plus petits, émanés du faisceau moyen et du dorsal. Ce sont ces derniers faisceaux qui, après s'être anastomosés entre eux et avec les branches externes de l'x, constituent et les faisceaux moyens et les faisceaux dorsaux du pétiole secondaire. Les deux faisceaux supérieurs sont produits par l'x même, qui se divise, en sens inverse de l'union de ses deux faisceaux constituants, en deux nouveaux faisceaux courbes, qui sont les faisceaux Aa ou supérieurs du pétiole secondaire.

» Les six faisceaux fondamentaux du pétiole de second ordre étant ainsi formés, ils donnent naissance, à leur tour, à des pétioles tertiaires. L'évolution des faisceaux se fait manifestement ici d'arrière en avant. Comme

---

(1) Les associations de deux faisceaux par leurs gros vaisseaux pour former un faisceau composé ayant un crochet à chaque extrémité, nous enseignent que les faisceaux à deux crochets des *Pteris serrulata*, *cretica*, *umbrosa*, *Athyrium Filix-fœmina*, *Lastræa Thelypteris*, etc., etc., peuvent être aussi regardés comme composés de deux faisceaux, ce que m'avait déjà fait soupçonner la disposition de leurs trachées, et aussi la constitution des faisceaux à la base du pétiole du *Lastræa Thelypteris*, où deux faisceaux courbes paraissent réellement s'assembler par leurs gros vaisseaux.

elle présente quelques modifications, j'indiquerai d'abord le cas le plus ordinaire.

» Un peu au-dessous de chaque pétiole tertiaire, le crochet du faisceau dorsal C ou *c* correspondant s'allonge; un fascicule s'en écarte et va s'ajouter à l'extrémité du crochet du faisceau moyen voisin B ou *b*, dont la profondeur est ainsi accrue. Un peu plus haut, ce crochet agrandi se contracte vers le milieu de sa longueur. Cette contraction croissant toujours, le fond du crochet a bientôt l'aspect d'un anneau incomplet qui se ferme tout à fait dans les coupes prises au-dessus. L'anneau ou cylindre cellulovasculaire ainsi produit s'éloigne peu à peu du fond du crochet refermé, et s'approche de l'extrémité du faisceau supérieur A ou *a*, qui, de son côté, s'est allongé dans sa partie antérieure composée de petits vaisseaux, s'est sectionné dans la région moyenne de celle-ci, et a formé un petit faisceau arqué dont la concavité est tournée vers la face supérieure du pétiole. C'est au dos de ce faisceau en arc que va s'adjoindre l'anneau qui vient d'être décrit. De cette union résulte une sorte de 8 très-ouvert par en haut. Telle est la figure de la section transversale du système fibrovasculaire de la base du pétiole tertiaire.

» Au-dessus de cette base, le col du 8 s'ouvre en sens contraire au mode d'union de l'arc vasculaire et de l'anneau qui l'ont formé, c'est-à-dire que l'arc se coupe en deux, que ses deux moitiés s'écartent et entraînent avec elles chacune le côté de l'anneau avec lequel elle est soudée. On a alors la figure d'un U à ouverture évasée sur la coupe transversale du pétiole tertiaire.

» D'autres fois l'anneau vasculaire fourni par le fond du crochet de B ou *b* s'ouvre sur le côté dorsal. Dans ce cas, au lieu d'un 8 ouvert par en haut, on a un 8 ouvert par les deux bouts, ou mieux une sorte d'*x* renversé ($\asymp$) qui, se divisant un peu plus haut en sens inverse de l'union des deux faisceaux constituants, donne deux faisceaux courbes opposés par leur convexité)((1). Chacune de ces deux courbes peut se montrer plus haut

---

(1) Voici deux modifications à la formation de ces rameaux du pétiole.

1° Dans quelques cas il ne se sépare du faisceau dorsal C ou *c* aucun faisceau qui aille s'ajouter au crochet de B ou *b*. C'est l'extrémité du crochet même de C ou *c* qui, s'allongeant sans s'isoler sous la forme de faisceau particulier, va se greffer au bord du crochet de B ou *b*. Le reste s'accomplit comme il vient d'être dit, c'est-à-dire qu'un anneau se forme au fond du crochet, s'écarte de celui-ci, etc....

2° Dans quelques pétioles secondaires il se sépare du crochet du faisceau dorsal C ou *c* un petit faisceau, comme il a été dit précédemment; mais ce faisceau, au lieu de s'ajouter à l'extré-

composée des trois faisceaux fondamentaux avec leurs positions respectives

A *a*
B *b*
C *c*.

Mais ces six faisceaux peuvent aussi se grouper autrement. A et *a* étant libres, B est quelquefois uni à C et *b* à *c*; ou bien A et *a* étant soudés, B C *c b* forment un autre groupe; ou encore A et *a* étant isolés, B C *c b* sont associés. Plus haut encore tous ces faisceaux réunis reproduisent l'U évasé qui vient d'être mentionné, et qui ramène, pour cette partie de la plante, au type des *Pteris longifolia, arguta, elata*, etc., que j'ai décrit.

» Je dois ajouter que dans beaucoup de pétioles tertiaires l'U est formé tout de suite par l'ouverture du col du 8, et que cet U semble privé des faisceaux dorsaux C *c*, ou bien ils sont si atténués, que la base de l'U, ou le fond de la gouttière, paraît résulter du rapprochement des petits vaisseaux de B et *b* ou faisceaux de la paire moyenne.

» Le pétiole tertiaire ainsi formé donne naissance aux nervures médianes des lobes lamellaires. Pour cela, pendant que le bord évasé de la gouttière, ou l'extrémité de l'une des branches de l'U, s'allonge et produit un croissant fibrovasculaire, un fascicule se détache du bas de la même branche de l'U (ou des faisceaux correspondants, si les faisceaux moyens B *b* unis à C *c* sont séparés de A *a*) et va s'adosser au croissant et former la nervure médiane d'un lobe. Cependant les nervures dorsales de quantité de lobes ne paraissent pas avoir cette origine complexe. La nervure médiane de lobes plus faibles ne m'a semblé provenir que du fascicule séparé du bord supérieur de l'U ou de la gouttière.

» Je suis par ce fait amené à l'indication de divers modes de ramification des pétioles dans les Fougères que j'ai étudiées.

» 1° Lorsque l'extrémité de la branche supérieure des faisceaux du pétiole voisins de la face interne de celui-ci, est composée de vaisseaux plus

mité du crochet de B ou *b*, va s'adosser, au-dessous de ce crochet, à la partie moyenne du faisceau B ou *b*, en s'y greffant par sa propre partie moyenne, de manière à laisser ses bords libres de chaque côté. De cette façon, quand les deux faisceaux ainsi soudés se coupent longitudinalement au point de jonction et en sens inverse de leur union, le fascicule ajouté forme d'une part un crochet à l'extrémité interne du segment qui se sépare de B ou *b*, et d'autre part reconstitue le crochet du faisceau B ou *b*. Le segment séparé du faisceau B ou *b* possède d'un côté le crochet normal de B ou *b* et de l'autre côté le crochet additionnel. C'est dans cet état qu'il va se souder par sa convexité à celle du croissant ou arc vasculaire émis par le faisceau supérieur A ou *a*. L'*x* produit se partage comme il a été dit.

petits que les autres sans former de crochet, cette extrémité s'allonge, et il s'en détache un faisceau qui se rend dans le pétiole secondaire (*Polypodium aureum*, *Nephrolepis platyotis*, *neglecta*, *exaltata*, *Asplenium caudatum*, *laserpitiifolium*, etc.).

» 2° Quand le côté supérieur des faisceaux est terminé par un crochet formé de petits vaisseaux, ce crochet seul s'allonge dans certaines plantes, et une portion s'en sépare pour aller dans le pétiole secondaire, pendant qu'un nouveau crochet est formé (*Gymnogramme chrysophylla, calomelanos, Pteris longifolia, semipinnata*, etc.).

» 3° Dans les *Pteris serrulata, cretica, arguta*, etc., ce n'est plus seulement le crochet qui produit la ramification : une partie considérable de la branche vasculaire située au-dessous du crochet y prend part. Cette branche s'allonge, se divise; un rameau s'en écarte, emportant le crochet avec lui, pendant qu'il s'en forme un autre au côté de la bandelette du pétiole primaire (et quelquefois aussi au côté correspondant du rameau qui se rend au pétiole secondaire).

» 4° Dans les *Blechnum brasiliense*, *Athyrium Filix-fœmina*, *Lastræa Thelypteris, Filix-mas*, etc., *l'extrémité* du crochet ne prend plus part à la ramification. C'est seulement le fond du crochet qui se dilate, et à la fin se coupe en s'écartant pour aller dans le pétiole secondaire, tandis que le fond du crochet se referme.

» 5° Dans le *Pteris elata*, ai-je dit, la section transversale de la bandelette vasculaire offre la figure d'un vase à panse large et à col étroit un peu évasé à l'ouverture, qui est bordée par des petits vaisseaux disposés en crochet. Ce crochet ne concourt pas à la formation des rameaux principaux du pétiole. C'est de la panse elle-même, au-dessous du col, que naissent les pétioles secondaires. Une anse se forme sur les côtés de cette panse; elle s'étend, puis se ferme par une contraction graduelle de bas en haut entre elle et la panse. L'anneau fibrovasculaire qui à la fin s'écarte pour aller dans le pétiole secondaire, s'ouvre sur la face antérieure de celui-ci et s'y comporte comme dans le pétiole primaire. Il en est autrement pour les nervures médianes des folioles lamellaires pinnées. Elles sont produites par les crochets seuls, qui s'allongent et se coupent comme dans le deuxième type.

» 6° Nous venons de voir que dans le *Pteris aquilina* les plus petites nervures médianes des lobes lamellaires sont formées suivant le premier type, et que les autres ramifications du pétiole le sont par une combinaison de ce premier mode avec le quatrième, et en outre, pour les plus forts rameaux, avec le concours d'un seul ou de quelques faisceaux provenant du faisceau dorsal et du moyen correspondant. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur le tremblement de terre arrivé en août 1868 dans l'Amérique méridionale; par* **M. Cl. Gay.**

« L'Académie se rappelle sans doute qu'en 1868 les journaux de l'Amérique et de l'Europe parlèrent très-longuement d'un terrible tremblement de terre, survenu le 13 août dans le Pérou, et qui eut pour résultat la mort de milliers d'habitants et la destruction presque totale d'Arequipa, Tacna, Arica et de plusieurs autres villes non moins importantes. Presque en même temps, les journaux de l'Équateur nous apprenaient que ce même événement s'était produit plus formidable encore dans cette République, et que la province d'Imbabura avait été entièrement bouleversée dans la nuit du 16, c'est-à-dire trois jours après le tremblement du Pérou, enterrant dans ses décombres plus de 54000 personnes, sur les 80000 qu'elle comptait. Parmi les villes qui avaient le plus souffert, ils citaient sa capitale, Ibarra, où seulement 500 âmes sur 12000 avaient été épargnées; Otavalo, qui fut encore plus éprouvée, puisque tout le monde y périt; et Catachi, qui disparut entièrement et fut remplacé par un lac d'eau bourbeuse.

» Une catastrophe si épouvantable dut nécessairement impressionner la société entière, porter une vive inquiétude dans son sein et exciter, d'un autre côté, l'intelligence et la sagacité des savants nationaux et étrangers. Les gouvernements de ces deux Républiques y donnèrent toute leur attention, et des Commissions furent nommées pour aller étudier, sur les lieux, les effets de ce bouleversement et faire connaître en même temps tout ce qui pourrait intéresser les sciences physiques et géologiques. En attendant la publication de ces études, un chimiste et géologue très-distingué, M. Domeiko, grand maître de l'Université de Santiago, a cru devoir faire une enquête sur tout ce qui s'est passé en ce moment au Chili, et je crois utile de présenter à l'Académie les résultats de cette enquête, d'après le Mémoire en langue espagnole qu'il vient de publier.

» Pour ne rien omettre de ce qui pouvait intéresser cette question, M. Domeiko a cherché tout d'abord à se rendre compte de l'état du ciel pendant les jours qui ont précédé et suivi ce douloureux événement. Ce travail lui était extrêmement facile, grâce à ce réseau d'observatoires qui sillonnent aujourd'hui le Chili, tant dans le nord que dans le sud; ils sont dirigés par des personnes instruites et disciplinées, qui avec unité de méthodes observent, à des heures convenues, pouvant ainsi régulariser les observations et les ramener à des périodes uniformes. Sans vouloir rien préjuger sur les résultats de ce premier travail et sans lui donner une

grande importance dans le cas actuel, puisque les observateurs étaient très-éloignés du centre d'action, M. Domeiko observe cependant que, dans la nuit du 13 au 14, le thermomètre descendit d'une manière notable dans tout le Chili, et que cet abaissement fut suivi, le 15, d'une ascension assez forte et nullement en rapport avec la température normale de la saison. Les autres observations, sur la pression barométrique, les pluies et les vents, lui ont fourni des éléments encore moins concluants, mais il n'en eût peut-être pas été de même si l'on eût étudié dans ce moment l'état électrique de l'air et surtout les variations diurnes de l'aiguille aimantée, dont les observations continuées par le R. P. Cappelleti avaient été fatalement interrompues pendant toute la durée de ce mois. Ces observations auraient peut-être donné une nouvelle preuve de la dépendance que l'on soupçonne exister dans ces deux ordres de phénomènes.

» En 1835, en effet, un semblable événement arriva dans le Chili, bouleversant toute la province de Conception et détruisant de fond en comble plusieurs grandes villes. Je me trouvais alors à Valdivia, occupé de ces sortes de variations, et à ma grande surprise je notais des amplitudes beaucoup plus fortes qu'aux jours ordinaires, sans que l'aiguille fût affolée. J'attribuais presque cette anomalie à la présence d'une aurore australe invisible à l'endroit où j'observais, lorsque, quelques jours après, survint ce terrible tremblement de terre dont nous ressentîmes fortement le choc. Cette coïncidence entre ces deux phénomènes me fit croire à leur liaison, et, dans un Mémoire, je faisais pressentir la possibilité d'obtenir un instrument d'avertissement pour mettre au moins les habitants à l'abri de cet épouvantable fléau. Les tremblements de terre, il est vrai très-faibles, que je ressentis dans la suite, ne donnèrent que très-rarement raison à cette conjecture, mais il paraîtrait, d'après une lettre du R. P. Cappelleti au savant P. Secchi, que ce professeur de physique aurait constaté plusieurs fois cette perturbation, et que plusieurs années d'observations lui auraient prouvé une certaine influence des tremblements de terre sur l'aiguille aimantée, observation qui a été aussi faite dans l'observatoire de Quito. Il est donc à regretter que, dans cette triste circonstance, l'observation ne soit pas venue donner un nouvel élément à la discussion d'une hypothèse soutenue par des savants de grande autorité et niée par d'autres d'une illustration non moins avouée.

» Le tremblement de terre de 1868 a eu son centre d'ébranlement entre 16 et 18 degrés de latitude sud, c'est-à-dire entre Arequipa et Arica, et dans la direction du sud-sud-est au nord-nord-ouest. La secousse, uniquement

horizontale, fut d'abord assez faible, presque sans bruit ; mais elle augmenta de plus en plus d'intensité, de sorte que deux minutes après les maisons, les églises, etc., tombaient avec fracas et remplissaient les rues de leurs débris, en obscurcissant le jour de leur poussière et portant la désolation dans le cœur de ceux que la Providence avait sauvés. Pendant plusieurs jours, la terre continua ses convulsions, surtout à Arica; et à Tacna, le 17, on avait déjà compté 180 oscillations beaucoup plus faibles, mais très-distinctes. La première, arrivée à Arica le soir à $4^h 38^m$, temps moyen, se faisait déjà sentir à $4^h 46^m$ à Lima, éloignée de 1 040 kilomètres, et à $4^h 52^m$ à Copiapo, dont la distance est de 1 000 kilomètres. La vitesse de propagation fut donc très-considérable et plus grande encore du côté du nord que du côté du sud. D'après un calcul assez approximatif, M. Domeiko établit qu'elle a été de 170 à 172 kilomètres par minute du côté de Lima, c'est-à-dire vers le nord, et de 125 à 130 kilomètres du côté de Copiapo. Dans cette dernière ville, située à 27° 20′ latitude sud, le mouvement s'est encore fait sentir; mais à Corrizal-Bajo, à moins d'un degré de différence, les habitants n'en ont eu qu'un sentiment vague, le phénomène ne s'étant manifesté que par un bruit prolongé sans aucune agitation de terrain. Un fait assez notable, c'est que, malgré la force et l'étendue de ce tremblement de terre, il n'y eut ni soulèvement ni dépression du sol, si ce n'est dans les nitrières du Pérou, où quelques tranchées s'ouvrirent en vomissant de l'eau dans les environs. Les volcans ne donnèrent pas non plus le moindre signe de perturbation, et c'est aussi ce qui arriva au Chili lors du tremblement de 1835, malgré la présence, dans les Cordillères, de quelques volcans en activité. Je me trouvais, dans ce moment, près de celui de Llanquihne, qui ne cessait de jeter des fumées sans que celles-ci fussent augmentées ni diminuées. Toutefois les terrains de quelques localités de la province de Conception furent un peu soulevés, surtout dans les environs d'Aranco, et des rivières que l'on ne pouvait traverser qu'en bateau perdirent assez de leur profondeur pour pouvoir, dès ce moment, être passées à gué. De semblables perturbations de terrain ont également eu lieu, en 1868, dans la province d'Imbabura.

» Par suite de ces violentes secousses de l'écorce terrestre, les eaux de la mer furent fortement agitées, donnant lieu à des vagues immenses et d'une étendue considérable. Ce fut un raz de marée prodigieux, qui se déroula dans l'immensité de l'océan Pacifique, se faisant sentir depuis Acapulco jusqu'à Chiloe et depuis le Pérou jusqu'à la Nouvelle-Zélande, Sidney et probablement encore plus à l'ouest.

» M. Domeiko s'est principalement occupé de ce raz de marée, qui,

dans le Chili, a gagné plus de 2000 kilomètres de côte, et, grâce aux renseignements obtenus de plusieurs personnes intelligentes et de confiance, il a pu donner quelques détails sur les effets qu'il a produits.

» Les vagues n'ont pas été de la même force sur tous les points de la côte. Faibles entre Cobija et Mejillones, localités peu éloignées du foyer principal, et de même entre Tongoi et Constitution, et dans l'Araucanie, elles ont été, au contraire, assez violentes entre Caldera et Coquimbo, entre Constitution et Aranco, et entre Valdivia et Chiloe. M. Domeiko attribue cette curieuse irrégularité d'alternance, non à des ondes seimiques concentriques développées sur une très-grande échelle, mais à la configuration de la côte. Son opinion s'appuie sur celle de MM. Godoy et Ochserrius, qui ont observé que toutes les baies ouvertes dans la direction de ces courants, c'est-à-dire au nord-nord-ouest, n'ont été que faiblement agitées lorsqu'elles sont protégées par un long promontoire, et c'était tout le contraire lorsqu'elles étaient privées de cet abri. C'est là la seule explication qu'il puisse admettre, malgré que quelques exceptions viennent contrarier la généralité de la règle. A Valparaiso, par exemple, ces vagues ont été peu sensibles, et cependant sa grande rade se trouve dans la même disposition que celle de Constitution, où les effets ont été très-notables et désastreux.

» Comme on devait s'y attendre, ces vagues ont été d'autant plus fortes qu'elles étaient plus près du centre d'ébranlement, et elles ont dû se manifester aussi à des heures différentes. A Arica, elles ont commencé à 6 heures du soir, tandis qu'elles ne se sont fait sentir qu'à 10 heures à Chiloe, et le surlendemain, le 15 août, à 5 heures du matin, à Sidney et à la Nouvelle-Zélande, en y produisant des dégâts de quelque valeur. Cette marche a été aussi un peu irrégulière, puisque, parmi les localités citées par M. Domeiko, on voit que le mouvement s'est effectué dans quelques-unes plus tôt que dans d'autres, quoique celles-ci fussent un peu plus près du foyer. Il est probable que cette différence est encore due à la configuration de la côte, ou peut-être à l'impossibilité qu'il y a d'étudier avec calme et exactitude un phénomène qui donne si vite le vertige par ses terribles conséquences. Quant à la vitesse des courants, suivant les informations de quelques capitaines de navires, elle n'était guère que de 7, 8, 10 milles, ce qui ne donne aucune différence notable avec celle des courants ordinaires et constants.

» Tels sont les principaux résultats que l'on peut tirer de cet intéressant Mémoire. Sans doute ils sont encore bien insuffisants pour nous donner une idée assez précise de ce terrible événement et nous le faire bien apprécier

dans tous ses rapports historiques et scientifiques, mais M. Domeiko continue toujours son enquête, recueille tous les jours de nouveaux documents et n'attend que la publication des travaux des deux Commissions, pour les discuter avec ses propres observations et en faire le sujet d'un travail plus achevé. La science possédera alors un Mémoire très-complet et parfaitement étudié sur ce formidable tremblement de terre, un de ceux que l'histoire conservera comme souvenir d'une épouvantable calamité et peut-être comme un des plus grands phénomènes géologiques sous-marins qui se soient produits depuis plus d'un siècle. Ce qui semble le prouver, c'est que je lis dans d'autres journaux qu'un mois après on entendait encore des bruits souterrains à Talcahuano et que l'eau de la mer, toujours fortement agitée, était tellement chaude, que de nombreux coquillages avec leurs animaux à peu près cuits étaient jetés sur la plage. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Recherches sur les spectres des gaz, en relation avec la constitution physique du Soleil, des Étoiles et des Nébuleuses* (troisième Note); *par* **MM. E. Frankland** *et* **J. Norman Lockyer.**

« I. L'un de nous a annoncé que des vapeurs de magnésium, de fer, etc., sont quelquefois injectées dans la chromosphère du Soleil et sont ainsi rendues sensibles par leurs raies spectrales brillantes (1).

» II. On a montré aussi que ces vapeurs, pour la plus grande partie, n'atteignent qu'une très-faible élévation dans la chromosphère, et [2] que dans de rares occasions la vapeur de magnésium flotte comme un nuage séparé de la photosphère.

» III. Il a été établi, en outre, le 14 mars 1869, et un dessin où on l'indique a été envoyé à la Société Royale, que, lorsque les vapeurs de magnésium sont ainsi injectées, les lignes spectrales n'atteignent pas toutes la même hauteur.

» Ainsi, parmi les lignes b, b^1 et b^2 sont de hauteurs presque égales; mais b^4 est beaucoup plus courte.

» IV. On a découvert depuis que, des 450 lignes du fer observées par Angström, un très-petit nombre seulement sont indiquées dans le spectre de la chromosphère quand la vapeur du fer y est injectée.

» V. Nos expériences sur l'hydrogène et l'azote nous ont permis de relier immédiatement ces phénomènes, en admettant toujours, comme l'exige

(1) *Proceedings* de la Société Royale, t. XVII, p. 351.

notre hypothèse (1), que la plus grande partie de l'absorption à laquelle sont dues les lignes de Fraunhofer a lieu dans la photosphère elle-même.

» En fait, il a suffi d'admettre que, comme cela a lieu dans le cas de l'hydrogène et de l'azote, le spectre devient plus simple quand la densité et la température sont moindres, pour rendre un compte immédiat de la réduction du nombre des lignes visibles dans ces régions, où, suivant notre théorie, la pression et la température des vapeurs absorbantes du Soleil sont à leur minimum.

» VI. Dès lors, il devint important de vérifier l'exactitude de cette hypothèse, par quelques expériences de laboratoire dont nous demandons la permission de communiquer les résultats préliminaires dans cette Note, réservant les détails et l'exposé des expériences ultérieures que nous avons déjà commencées pour un autre Mémoire, sous le titre ci-dessus.

» Nous avons tiré l'étincelle dans l'air, entre deux pôles de magnésium séparés de manière à ce que le spectre du magnésium ne s'étendît pas de pôle à pôle, mais fût visible seulement sur une petite distance indiquée par l'atmosphère de magnésium existante autour de chaque pôle.

» Nous avons examiné avec soin la disparition des lignes *b*, et *nous avons trouvé qu'elles se conduisaient exactement comme elles le font dans le Soleil.* Des trois lignes, la plus réfrangible était la plus courte, et plus courtes encore que celle-là étaient d'autres lignes *que l'un de nous n'a pas encore découvertes dans le spectre de la chromosphère.*

» Ces expériences préliminaires justifièrent donc complétement notre hypothèse et doivent être regardées comme fortifiant la théorie sur laquelle cette hypothèse était fondée, savoir : que la masse de l'absorption a lieu dans la photosphère et que celle-ci et la chromosphère forment la véritable atmosphère du Soleil. En fait, si les expériences avaient été faites dans l'hydrogène, au lieu d'être faites dans l'air, les phénomènes indiqués par le télescope auraient été presque exactement reproduits, car chaque élévation dans la température de l'étincelle a fait que la vapeur de magnésium s'est étendue plus loin du pôle, et quand les lignes étaient raccourcies on observait, au-dessus d'elles, une bande qui est peut-être en connexion avec une certaine bande qu'on observe quelquefois dans le spectre de la chromosphère elle-même lorsque les lignes du magnésium ne sont pas visibles.

» Finalement, dans un vide tolérablement bon, nous avons réussi à réduire les trois lignes à deux. »

---

(1) *Proceedings* de la Société Royale, t. XVI, p. 290

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les produits d'oxydation des principaux alcools normaux; par* **MM. Is. Pierre** *et* **Ed. Puchot.**

« Parmi les agents d'oxydation à l'aide desquels on peut modifier ou transformer la plupart des matières organiques, il n'en est guère de plus commode que le bichromate de potasse, agissant sous l'influence de l'acide sulfurique. Aussi, son usage est-il devenu fréquent dans les opérations de cette nature. Lorsqu'on fait agir ainsi le bichromate de potasse sur un alcool, son action est en général très-vive, et les produits qui en résultent sont variables dans leur nature, suivant les conditions dans lesquelles s'est effectuée la réaction.

» Parmi ces produits dérivés, il en est trois principaux qui méritent plus particulièrement l'attention du chimiste : l'*acide normal* correspondant à l'alcool employé, son *aldéhyde*, et l'*éther composé* qui résulte de l'action de l'acide normal sur l'alcool. C'est ainsi qu'avec l'alcool amylique on peut obtenir du *valérianate amylique;* avec l'alcool butylique, du *butyrate butylique;* avec l'alcool propylique, du *propionate propylique*, etc. Nous nous sommes proposé d'étudier, dans le travail dont nous soumettons aujourd'hui le résumé à l'Académie, quelques-unes des conditions de succès dans la préparation directe des composés de la nature de ceux que nous venons d'indiquer.

» Lorsqu'on soumet, à l'action combinée du bichromate de potasse et de l'acide sulfurique, l'un des alcools que nous venons de citer, la vivacité de la réaction, la nature et les proportions relatives des produits qui prennent naissance peuvent subir des variations notables, suivant les proportions relatives d'alcool, de bichromate et d'acide sulfurique, suivant la manière de les employer, suivant la proportion d'eau destinée à faciliter et à régulariser l'action. L'éther composé qui se forme alors étant beaucoup plus stable que l'aldéhyde qui l'accompagne, et plus facile à séparer du mélange que l'acide correspondant, c'est à l'obtenir en plus grande proportion possible que nous nous sommes principalement attachés; nous sommes même portés à croire que la décomposition, par la potasse, de l'éther ainsi obtenu et purifié, doit être un des moyens les plus sûrs d'obtenir à l'état de pureté l'acide correspondant, surtout lorsqu'il s'agit de l'acide valérianique, de l'acide butyrique ou de l'acide propionique.

» Parmi les précautions qui nous ont souvent réussi, pour obtenir un rendement satisfaisant en éther, il convient de citer le maintien du mélange à une basse température, et cet abaissement de température nous a paru

d'autant plus avantageux que la formule de l'alcool est moins complexe et son équivalent numérique plus faible; plus grand pour l'alcool butylique que pour l'alcool amylique; plus grand aussi pour l'alcool propylique que pour l'alcool butylique. La transformation d'un alcool en éther pourrait être exprimée, d'une manière générale, par la formule suivante :

$$2\,C^{2n}H^{2n+2}O^2 + \tfrac{4}{3}(Cr^2O^6, KO) + \tfrac{16}{3}SO^3$$
$$= 4\,HO + C^{2n}H^{2n-1}O^3, C^{2n}H^{2n+1}O + \tfrac{4}{3}[3\,SO^3, Cr^2O^3; SO^3, KO]$$

qui s'appliquerait successivement aux alcools amylique, butylique, propylique, etc., en y faisant successivement $n = 5, n = 4, n = 3$, etc. La production d'un éther composé de cette nature, aux dépens de l'alcool correspondant, paraît donc se réduire à une simple soustraction de deux équivalents d'hydrogène; or nous savons que, par l'élimination de deux équivalents d'hydrogène, on peut aussi transformer un alcool en aldéhyde, isomère avec l'éther dont il s'agit. L'expérience prouve, en effet, que sous l'influence combinée du bichromate de potasse et de l'acide sulfurique, cette aldéhyde peut se former, et il s'en est toujours trouvé dans le produit brut de nos opérations.

» L'expérience nous a montré aussi qu'il s'en produisait d'autant moins, toutes choses égales d'ailleurs, que le mélange était maintenu à une température plus basse pendant la réaction.

» La transformation complète d'un alcool normal en acide monohydraté correspondant exigerait l'intervention d'une quantité double d'oxygène, et, par suite, l'intervention d'une quantité double de bichromate et d'acide sulfurique. Il est à peine utile d'ajouter que la réaction est d'autant plus nette, et les produits qui en proviennent d'autant plus faciles à séparer et à purifier, que l'alcool employé est lui-même dans un état de plus grande pureté.

» 1. *Préparation du valérianate amylique*, $C^{10}H^9O^3C^{10}H^{10}O$, *par oxydation de l'alcool amylique.* — Lorsqu'on fait agir sur l'alcool amylique, en présence de l'eau, un mélange de bichromate de potasse et d'acide sulfurique, la température s'élève beaucoup, si l'on n'a pas soin d'entourer d'eau froide le mélange des corps réagissants, ou si le mélange est effectué trop rapidement; cette élévation de température tend à diminuer la proportion de valérianate amylique dont la production peut avoir lieu aux dépens des matières employées. Après divers essais plus ou moins satisfaisants, nous avons adopté, pour la préparation de cet éther, les dispositions suivantes :

» On mélangeait d'abord 540 grammes d'alcool amylique avec 825 à 850 grammes d'acide sulfurique préalablement étendu de son volume d'eau

(environ 400 grammes) et refroidi; on versait le tout dans un grand bocal à large ouverture, d'environ 4 à 5 litres de capacité, muni d'un agitateur à tige verticale. Après avoir ajouté ensuite environ 2 250 grammes d'eau, on y faisait arriver *peu à peu*, par petites quantités à la fois, et *en agitant constamment*, 675 grammes de bichromate de potasse en poudre fine. Le bocal dans lequel se faisait le mélange était placé dans une caisse pleine d'eau froide, constamment renouvelée. Pour aller un peu plus vite, on opérait à la fois dans deux bocaux semblables, placés côte à côte, et dont les agitateurs étaient rendus solidaires au moyen d'une corde enroulée sur une poulie fixe, disposition qui avait encore l'avantage de rendre l'agitation plus facile et moins pénible. Une semblable opération double, lorsque tout était préparé et pesé d'avance, exigeait environ deux heures pour être conduite à bonne fin. Lorsque la réaction était terminée, le liquide étant froid, on séparait, au moyen d'un entonnoir à robinet, la couche surnageante qui représentait, en moyenne, les 84 ou 85 centièmes du poids de l'alcool amylique employé (la théorie donne 97,7). Cette couche se composait essentiellement de valérianate amylique (environ les $\frac{4}{5}$), d'aldéhyde amylique et d'un peu d'alcool non transformé. On en a opéré la séparation par une série méthodique de rectifications successives. Nous ne nous occuperons ici que du produit principal, le valérianate amylique. C'est un liquide limpide, incolore, doué d'une odeur agréable de fruits, et rappelant un peu la menthe, produisant sur les bronches une excitation qui provoque la toux, bouillant régulièrement à 190 degrés. Il a pour poids spécifique :

A 0°...... 0,874;	A 100°...... 0,787;
A 50°,67... 0,832;	A 149°,5.... 0,740.

» Si, au moyen de ces données, on calcule, pour diverses températures, le poids spécifique et le volume rapporté, soit au volume à zéro pris pour unité, soit au volume à la température de son ébullition, on trouve les nombres suivants :

Températures.	Poids spécifiques.	Volumes $v_0 = 1$.	Volumes $v_{190} = 1$.
0°......	0,874	1,000	0,801
20	0,858	1,0185	0,816
40	0,841	1,039	0,832
60	0,824	1,060	0,8495
80	0,806	1,084	0,8685
100	0,787	1,110	0,8895
120	0,768	1,138	0,911
140	0,749	1,167	0,935
160	0,730	1,198	0,959
180	0,710	1,231	0,986
190	0,700	1,2485	1,000

» On a préparé ainsi, en plusieurs fois $3^{kg},100$ de valérianate amylique, au moyen duquel on a obtenu, sous l'influence de la potasse hydratée, du valérianate de potasse qui a servi à préparer plusieurs éthers valérianiques, en régénérant de l'alcool amylique.

» 2. *Préparation du butyrate butylique*, $C^8H^7O^3$, C^8H^9O. — On a mis, dans chacun des bocaux du système accouplé dont il a été question précédemment, un mélange de 340 grammes d'alcool butylique, et de 540 grammes d'acide sulfurique préalablement étendu de 1500 à 1600 grammes d'eau, et ensuite refroidi. On a fait arriver ensuite, dans chaque bocal, par petites parties, et en agitant constamment, 400 grammes de bichromate de potasse en poudre fine. Les deux bocaux étaient entourés d'un mélange réfrigérant, destiné à prévenir une élévation notable dans la température du mélange.

» L'introduction, dans le mélange, de la totalité du bichromate demandait environ deux heures à deux heures et demie, lorsque tout le reste de l'opération était préparé. Après une demi-heure de repos, on séparait, au moyen d'un entonnoir à robinet, la couche éthérée surnageante, qui, dans une moyenne de dix opérations doubles, comme celle que nous venons de décrire, représentait en poids 87 à 88 pour 100 de l'alcool employé. Cette couche se composait essentiellement de butyrate butylique, d'aldéhyde butylique et d'un peu d'alcool non transformé. Le liquide acide restant contenait un peu d'acide butyrique, dont nous ne nous sommes pas occupés; mais, en soumettant ce résidu à un commencement de distillation, on en peut séparer encore, avec de l'eau qu'elle surnage, une petite quantité de liquide éthéré plus riche en aldéhyde butylique que la première couche séparée à froid par décantation. On arrête la distillation lorsque l'eau acidule qui passe ne donne plus de pellicule surnageante, ce qui a lieu ordinairement entre 102 et 103 degrés. Soumis à une série méthodique de rectifications successives, le liquide éthéré brut nous a donné du butyrate butylique parfaitement limpide et incolore, doué d'une odeur de fruits très-agréable, bouillant régulièrement à 149°,5, sous la pression de 758 millimètres. Nous avons trouvé, pour son poids spécifique rapporté à celui de l'eau pris pour pour unité,

A 0°...... 0,872;	A 99°,6...... 0,776;
A 51°,8... 0,8245;	A 128°,3..... 0,7445.

» Au moyen de ces données, nous avons calculé, de 20 en 20 degrés, le poids spécifique de cette substance et les volumes correspondants rapportés

au volume à zéro pris pour unité, ainsi que la marche de la contraction qu'il subit, en prenant pour point de départ et pour unité son volume à la température de son ébullition, ce qui nous a donné :

Températures.	Poids spécifiques.	Volumes ($v_0=1$).	Volumes ($v_{149,5}=1$).
0°.......	0,872	1,000	0,827
20........	0,854	1,021	0,844
40........	0,836	1,0435	0,862
60........	0,8164	1,068	0,883
80........	0,7961	1,095	0,906
100........	0,7756	1,124	0,930
120........	0,754	1,1565	0,956
140........	0,732	1,191	0,985
149,5......	0,721	1,2094	1,000

» Pour qu'il ne restât aucun doute sur sa nature, nous en avons décomposé 70 grammes par la potasse; nous en avons retiré de l'alcool butylique bouillant vers 108°,5 après déshydratation, et un sel de potasse dont il nous a été facile d'extraire de l'acide butyrique, parfaitement caractérisé. Nous avons ainsi obtenu, de 5260 grammes d'alcool butylique, 1785 grammes d'éther presque entièrement pur, sans compter les résidus mis à part comme retenant encore de l'aldéhyde butylique et un peu d'alcool non transformé. Enfin nous avons décomposé en plusieurs fois 1600 grammes de butyrate butylique, en le traitant par 55 pour 100 de son poids de potasse caustique ordinaire. En faisant arriver l'éther goutte à goutte, à chaud, sur la potasse préalablement additionnée de 9 à 10 pour 100 de son poids d'eau, la réaction s'effectue assez rapidement, et nous avons pu régénérer ainsi une partie de l'alcool butylique employé, en préparant une quantité assez considérable de butyrate de potasse.

» 3. *Préparation du propionate propylique*, $C^6H^5O^3, C^6H^7O$. — Pour obtenir cet éther, nous avons fait dans chacun des bocaux du système accouplé, dont nous avons précédemment parlé, un mélange de 540 grammes d'acide sulfurique et de 1500 grammes d'eau; lorsque le mélange fut refroidi, on ajouta dans chaque bocal 245 grammes d'alcool propylique. Après avoir entouré les bocaux d'un mélange réfrigérant, on fit arriver peu à peu, par très-petites quantités à la fois, et en agitant toujours, 370 grammes de bichromate de potasse en poudre fine dans chaque bocal. Dans cette préparation, plus encore que dans les deux précédentes, il est indispensable d'agir avec beaucoup de lenteur et de maintenir le mélange à une basse température, sous peine de voir diminuer considérablement le

produit éthéré. Une double opération, ainsi conduite, demande environ trois heures, pour l'emploi du bichromate seulement. Lorsqu'elle est terminée, le mélange étant froid, on sépare, au moyen d'un entonnoir à robinet, la couche surnageante, qui se compose principalement de propionate propylique contenant un peu d'aldéhyde propylique, et d'une petite quantité d'alcool non transformé. En soumettant à la distillation le liquide salin restant, on peut encore en séparer une petite quantité de liquide éthéré, en poussant l'opération jusqu'à ce que les dernières gouttes condensées soient entièrement limpides, ce qui a lieu ordinairement lorsque la température du liquide acide s'est élevée jusqu'à environ 102 degrés.

» Le rendement total en produit éthéré brut n'a jamais dépassé, dans nos opérations, 75 à 76 pour 100 du poids de l'alcool employé. Il restait, dans le liquide salin, une proportion notable d'acide propionique dont nous avons pu séparer par distillation une partie que nous avons transformée en propionate alcalin. Le liquide éthéré brut, soumis à une série méthodique de rectifications successives, nous a donné, comme produit principal, un liquide limpide, incolore, doué d'une odeur de fruits assez agréable, quoiqu'un peu excitant, d'une saveur piquante assez difficile à définir, bouillant régulièrement à 124°,3 sous la pression normale; c'est le propionate propylique. Traité par la potasse caustique hydratée, le propionate propylique ainsi obtenu nous a fourni sans peine de l'alcool propylique régénéré et du propionate de potasse, dont on n'a pu aisément extraire de l'acide propionique.

» Pour qu'il ne restât plus aucun doute sur la véritable nature de l'éther provenant ainsi de l'oxydation de l'alcool propylique, nous avons éthérifié directement l'alcool propylique par l'acide propionique, sous l'influence de l'acide sulfurique concentré, en les faisant réagir dans les proprtions suivantes :

Alcool propylique	75	grammes.
Propionate de potasse desséché	175	»
Acide sulfurique	120	»

» On versait peu à peu l'acide sulfurique dans le mélange d'alcool et de propionate, de manière à éviter un échauffement trop considérable. On a distillé ensuite le mélange avec précaution, en recohobant deux fois; enfin on a déposé, en faisant intervenir un peu d'eau, le produit éthéré surnageant. Rectifié à plusieurs reprises après déshydratation, ce produit brut a donné d'abord une très-petite quantité d'alcool éthérifié, puis un liquide suave, limpide, bouillant entre 123°,5 et 125 degrés, dont on a pu également re-

tirer, par la potasse hydratée, de l'alcol propylique bouillant vers 98 degrés, et de l'acide propionique. Le propionate propylique a pour poids spécifique :

A 0..........	0°,903;	A 51°,27.........	0°,857;
A 100,6........	0,795;	A 108,34.........	0,785.

Calculant, au moyen de ces données, les poids spécifiques et les volumes de de 20 en 20 degrés, soit en prenant $v_{124,75} = 1$, on trouve :

Températures.	Poids spécifiques.	Volumes ($v_0 = 1$).	Volumes ($v_{124,75} = 1$).
0°........	0,903	1,000	0,844
20.........	0,8865	1,019	0,8605
40.........	0,8675	1,042	0,879
60.........	0,847	1,067	0,900
80.........	0,8225	1,097	0,9275
100.........	0,796	1,1345	0,958
120.........	0,769	1,174	0,9915
124.75......	0,7625	1,184	1,000

» Une partie du propionate propylique provenant de cette préparation a été traitée par la potasse, pour en extraire l'acide propionique à l'état de propionate de potasse, et l'on a ainsi régénéré l'alcool propylique correspondant. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Chimie, en remplacement de feu *M. Schœnbein*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 38,

M. Dessaignes obtient . . . . 35 suffrages
M. Chancel » . . . . 3 »

M. Dessaignes, ayant réuni la majorité des suffrages, est déclaré élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de candidats pour la chaire d'Histoire naturelle, vacante au Collége de France par suite du décès de *M. Flourens*.

Au premier tour de scrutin, destiné à choisir le premier candidat, le nombre des votants étant 35,

M. Marey obtient . . . . . 33 suffrages
M. Moreau » . . . . . . 1 »

Il y a un billet blanc.

Au second tour de scrutin, destiné à choisir le second candidat, le nombre des votants étant 37,

M. Moreau obtient. . . . . 36 suffrages.

Il y a un billet blanc.

En conséquence, la liste qui doit être adressée à M. le Ministre de l'Instruction publique est composée comme il suit :

En première ligne. . . . . **M. Marey**.
En seconde ligne . . . . . **M. Moreau**.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de décerner le prix Poncelet, pour l'année 1869.

MM. Combes, Morin, Liouville, Bertrand, Serret réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

VOYAGES SCIENTIFIQUES. — *Voyage dans la partie tropicale des deux Amériques*. Mémoire de **M. A. Habel**, présenté par M. Ch. Sainte-Claire Deville.

(Commissaires : MM. Faye, de Quatrefages, Ch. Sainte-Claire Deville, Roulin.)

« Je viens de terminer un voyage de sept années dans les Amériques tropicales. Après avoir fait un séjour de dix mois dans l'isthme de Panama, j'ai visité les cinq Républiques de l'Amérique centrale : Guatemala, Honduras, Salvador, Nicaragua et Costa-Rica; puis, me dirigeant vers l'Amérique du Sud, j'ai parcouru la Cordillère des Andes dans l'État de Cauca, en Nouvelle-Grenade, la République de l'Équateur et le Pérou. Enfin, j'ai clos mon voyage par une visite de cinq semaines aux îles Chinchas et un séjour de cinq mois dans l'archipel Galapagos.

» L'objet de mes voyages était la connaissance de la nature, que j'avais déjà étudiée dans l'homme, les animaux, les plantes et les minéraux, et que je désirais poursuivre dans ses grandes manifestations.

» J'ai parcouru les diverses Républiques dans toutes les directions, et j'ai tracé un itinéraire exact et fidèle, prenant les angles avec la boussole, et notant toujours la formation géologique, l'aspect hydrographique du terrain, avec ses produits organiques et minéraux. En même temps, j'ai pris la forme, la direction des montagnes, j'ai déterminé leur hauteur à l'aide

du baromètre, ainsi que celle de tous les lieux habités. Dans les stations principales, j'ai fait des observations astronomiques pour corriger les erreurs de mon itinéraire.

» Par mes travaux on peut voir facilement que toutes les cartes de ces pays sont plus ou moins incorrectes, particulièrement celle de Honduras, où l'erreur des positions s'élève jusqu'à 1 degré entier de longitude. Toute la côte septentrionale et orientale de Honduras et de Nicaragua est trop étendue sur les cartes.

» La *Géologie* de ces pays visités est fort intéressante. Ses formations ont, comme on sait, principalement un caractère volcanique ou éruptif: néanmoins, on y trouve quelques fossiles. Je n'en ai pas vu un seul en Honduras, Salvador ou Nicaragua, mais j'en ai trouvé quelques-uns dans la République de Guatemala, et encore plus en Costa-Rica. En ces deux États, j'ai rencontré des mollusques dans les formations calcaires secondaires, et en Guatemala dans une formation tertiaire. Dans les terrains quaternaires, j'ai trouvé, en différentes localités du Guatemala, des ossements de deux espèces d'éléphants, et en Costa-Rica des insectes, des feuilles et des branches pétrifiées près d'un ruisseau thermal. Il m'a été impossible, malgré tous mes efforts, de découvrir le lieu d'où l'on m'a apporté des coquilles d'un terrain appartenant à la formation crétacée. Mes recherches géologiques ont été mieux récompensées en Amérique méridionale. Au Pérou, j'ai trouvé, à des hauteurs de 1000 à 3000 mètres, des coquilles, des échinides, etc., dans les formations secondaires et tertiaires, et à l'Équateur j'ai vu les flancs escarpés d'un ruisseau de formation tertiaire pleins de mammifères fossiles de différentes espèces. Mais les îles Chinchas m'ont offert un grand intérêt géologique. Jusqu'à présent, on a considéré le guano comme une simple accumulation d'excréments d'oiseaux, mais je l'ai trouvé régulièrement stratifié, comme toutes les roches sédimentaires, avec des couches de différentes couleurs, des inclinaisons et extensions variées. Quelques couches, par exemple, dans une partie d'une des îles, ont une inclinaison de 5 degrés, et, dans une autre partie, de 15 degrés. Dans une partie de l'île méridionale, j'ai vu les couches courant du nord au sud avec une inclinaison de 4 degrés, couvertes par d'autres du sud-ouest au nord-est avec une inclinaison de 20 degrés. On peut aussi voir bien facilement deux époques dans la formation du guano. Pendant que la masse inférieure, plus ancienne, plus volumineuse, présente des couches, la masse supérieure, plus récente, est moins épaisse et sans aucune stratification. Au-dessous du guano, il y a des couches de sable plus ou moins mélangé de guano, et,

dans quelques localités, on peut voir clairement que les couches inférieures contiennent beaucoup moins de guano que les couches supérieures. J'ai des ossements d'oiseaux trouvés non-seulement dans les couches diverses du guano, mais aussi dans le sable et dans le grès.

» Quant aux *volcans et à leurs produits*, on peut constater dans les volcans en repos, que leurs actions se montrent encore dans leurs flancs ou à leurs pics en forme de salses on émanations aquifères, solfatares, etc. Tous les produits des volcans du Mexique jusqu'au Pérou ont une certaine analogie, un petit nombre d'entre eux lancent des laves; et en Amérique Centrale seulement, quelques-uns de Salvador et de Nicaragua. On peut y étudier facilement les diverses transformations continuelles des roches, produites par l'action des volcans, par exemple, celle du trachyte en jaspe.

» Les différents produits organiques ou inorganiques de ces pays présentent des richesses inexplorées, au point de vue scientifique, comme au point de vue de la prospérité des hommes. Sans parler des plantes, qui contiennent, comme on sait, une foule de produits chimiques utiles, je veux seulement indiquer deux localités, l'une au Pérou, l'autre dans l'Équateur, où se trouvent des opales, qui, jusqu'à présent, n'ont été exploitées qu'au Mexique et à Honduras.

» J'ai découvert aussi à l'Équateur une source semblable à celle qui, dans le Honduras, est connue sous le nom de *fuente de sangre* (fontaine de sang) parce que le liquide semble avoir toutes les propriétés du sang en décomposition. J'en possède une certaine quantité, et l'analyse chimique et microscopique nous éclairera sans doute sur ces phénomènes singuliers.

» Mes collections faites dans l'archipel Galapagos sont d'un intérêt aussi grand, car la faune et la flore y forment un monde particulier

» La *Météorologie* a occupé beaucoup mon attention; mes travaux forment une série d'observations de sept années.

» Depuis mon arrivé à Aspinwall (Colon) dans l'isthme de Panama, j'ai commencé mes observations avec deux baromètres, l'un à mercure, l'autre anéroïde, un thermomètre et un psychromètre, à chaque heure du jour et de la nuit, pendant longtemps; et, en passant de l'autre côté de l'isthme, c'est-à-dire sur la côte de l'océan Pacifique, j'ai continué de faire des observations semblables, en augmentant le nombre de baromètres observés de deux, qu'on a mis à ma disposition. Ces observations ont été continuées pendant dix mois, le temps de mon séjour dans l'isthme, et aussi faites dans les différents lieux intermédiaires, de manière à former une chaîne continue entre l'océan Atlantique et l'océan Pacifique.

» Le maximum diurne du baromètre, qui avait lieu à 11 heures du matin à New-York, ne se manifestait plus qu'à 9 heures, et en quelques points à 7 heures.

» J'ai aussi cherché à soulever le voile qui obscurcit l'histoire ancienne de ce continent. J'ai donc visité tous les lieux où il pouvait y avoir quelques restes du peuple ancien, soit dans les arts, comme architecture, sculpture, etc., soit dans les idiomes différents encore parlés par les peuples, descendants des anciennes tribus. Heureusement, mes efforts ont été couronnés d'un plein succès. J'ai découvert des restes archéologiques, soit de sculpture, soit d'architecture, de différentes dimensions et en diverses quantités, jusqu'aux ruines d'une cité entière, ayant trois milles et plus de longueur, et principalement dans des points où l'on croyait que rien n'existait, c'est-à-dire près de l'océan Pacifique.

» Aux monuments antiques les plus intéressants que j'ai trouvés, appartiennent plusieurs monolithes sculptés, dont je présente à l'Académie quelques dessins fidèles, lesquels donnent la preuve incontestable de l'existence d'un peuple auquel ces monuments ont appartenu et qui était bien différent des Aztèques. Non-seulement le costume et les armements des personnes représentées sont différents de ceux des Aztèques, mais ils diffèrent aussi dans leurs rits religieux. Car le sacrifice chez les Aztèques consistait à ouvrir la poitrine de la victime, et à lui arracher le cœur, tandis qu'ici nous voyons que le sacrifice s'accomplissait par la décollation.

» J'ai visité deux autres endroits possédant des sculptures non moins intéressantes. Au premier lieu, les pierres représentent des personnes en haut relief, avec la tête presque entièrement libre ; et ces têtes sont couvertes d'une espèce de turban, dont le fruit et les feuilles de cacao forment une agrafe, pendant que la poitrine est couverte d'une cuirasse. Dans l'autre lieu, les monolithes sont d'une hauteur de 4 jusqu'à 8 mètres, quadrilatérales; les côtés les plus étroits sont couverts d'hiéroglyphes. Le côté de derrière représente en bas-relief une personne moins distinguée, pendant que sur la face du monolithe sont sculptées, aussi en bas-relief, des personnages plus élevés en dignité. Ces personnages portent la barbe de la façon qu'on appelle aujourd'hui *impériale;* ils sont vêtus d'habits avec parements ornés de deux boutons; ils sont chaussés et portent un vêtement ressemblant à la tunique romaine.

» Mon intention est de retourner sur les lieux et de faire des photographies de ces monolithes, pour éviter ainsi tous les doutes contre les dessins, même les plus fidèles.

» En terminant, je voudrais encore dire que j'ai fait des collections des mots de neuf différents langages indiens. A l'exception de la langue Guichoa, parlée au Pérou et dans l'Équateur, le reste appartient aux tribus peu fréquentées. Ce sont : la langue Egkschi en Vera, pays de Guatemala ; Nahuat sur la côte du Baum ; Peschka, Fuachka, Hicagues et Mosquitos, en Honduras ; Raburochi en Nicaragua ; et la langue Sacachi en Costa-Rica. Les matériaux de la langue Nahuat sont si riches, que je pourrais facilement en construire une grammaire et un dictionnaire. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Procédé pour la conservation des carènes des navires en fer; par* **MM. Demance** *et* **Bertin.** (Extrait.)

(Commissaires : MM. Becquerel, Regnault, Dupuy de Lôme.)

« Le fer employé actuellement dans les constructions maritimes est presque toujours de qualité inférieure, et présente une très-grande hétérogénéité. De là des foyers d'action électrique qui, provoquant la décomposition de l'eau ou des matières salines qu'elle contient, amènent une prompte détérioration des coques; les points attaqués sont ensuite le point de départ de dépôts de mollusques et d'herbes qui entravent la marche du bâtiment. Le problème que nous nous sommes proposé, et que nous croyons avoir résolu, est d'empêcher cette oxydation, cause première des dépôts. Comme tous ceux qui nous ont précédés, nous nous sommes appuyés sur le principe de Davy, en cherchant surtout à éviter les effets malheureux résultant de son application.

» Dans notre système, le navire est transformé en une espèce de vaste pile à auges; des réservoirs en zinc sont disposés, sous forme de tuyaux ou de caisses, sur les flancs intérieurs, en des endroits choisis d'après l'aménagement. Ces réservoirs ou tuyaux, en communication parfaite avec la coque du navire, au moyen de boulons, rivets ou autres engins, sont remplis d'eau de mer qu'on renouvelle tous les jours. Des lames de zinc entre-croisées circulent dans l'intérieur du navire, et en relient les différentes parties avec les tuyaux ou réservoirs. Par suite de son oxydation, le zinc se charge de fluide négatif qu'il transmet par conductibilité au fer; la coque devient alors comme une immense électrode chargée de ce fluide.

» En réfléchissant à ce qui se passe pour les piles télégraphiques, nous pensions d'abord que le fer, recouvert pour ainsi dire d'une enveloppe de fluide négatif, devait prendre, par cela même, une certaine polarité électrique, et être ainsi soustrait à l'action des corps électro-négatifs contenus

dans l'air ou dans l'Océan; le fluide négatif devait s'écouler d'une manière continue dans l'eau, et le fluide positif du liquide se dissiper peu à peu dans l'air humide, et cela indépendamment des courants particulaires s'établissant dans l'intérieur des caisses, entre le liquide et les boulons de fer qui relient les réservoirs au navire. Soit que la communication électrique ne fût pas parfaite, soit que l'écoulement du fluide positif dans l'air fût insuffisant, les bateaux porteurs de ce genre d'appareil n'ont présenté qu'un demi-succès; ainsi l'intérieur a été bien préservé, mais l'extérieur n'a pas tardé à présenter des traces d'oxydation. Nous avons alors continué l'action des réservoirs par une *petite lame* de zinc, appliquée sur la partie extérieure de la coque, en communication électrique avec les réservoirs, et venant plonger par sa partie inférieure dans la mer.

» Des expériences faites dans ces conditions, depuis plus d'une année, nous ont donné un succès complet: des bateaux, plongés depuis la fin de décembre 1868 dans un étang formé par d'anciennes salines, et où l'eau de mer se renouvelle à chaque marée, ont pu se conserver jusqu'aujourd'hui, sans présenter la moindre tache d'oxydation. Chaque fois qu'une partie du système se trouvait altérée, par usure ou par accident, des traces sensibles de rouille apparaissaient, puis disparaissaient ensuite lorsque l'appareil était réparé. Plusieurs bateaux employés comme terme de comparaison et placés dans les mêmes circonstances, mais sans appareils, ont successivement été perforés pendant ce même temps. Quelques-uns de ces bateaux avaient été décapés à l'acide avant d'être soumis à l'expérience; les autres, immergés aussitôt après leur sortie de l'atelier, présentaient lors de leur mise à l'eau de nombreuses taches de rouille, qui ont toutes disparu dans les huit premiers jours de leur immersion.

» Pour éviter l'emploi des électrodes de zinc, nous avons fait plonger l'une des extrémités d'un fil de cuivre recouvert de gutta-percha dans le liquide des réservoirs et l'autre dans la mer; mais, dans ce cas, les résultats ont été moins satisfaisants. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Corrélation de l'inégale visibilité des couleurs à la lueur du crépuscule, et de leur inégal travail photographique au grand jour; par* **M. F.-A.-E. Keller.** (Extrait.)

(Commissaires : MM. Chevreul, Delaunay, Fizeau.)

« I. *Cause de l'inégale visibilité des couleurs au crépuscule.* — La visibilité des couleurs d'un tableau implique des ondes éthérées excitées par leurs

vibrations et qui se transmettent à la rétine. Mais ces vibrations des couleurs ont besoin elles-mêmes d'être excitées par une lumière renfermant des rayons à leur unisson.

» A cet égard, la lumière blanche peut seule rendre visible la couleur propre de tous les corps, parce que chacune y trouve des rayons capables d'exciter ses vibrations.

» Dès lors si, dans un atelier recevant le jour de haut, le rouge, l'orangé et le jaune d'un tableau apparaissent obscurs et noirs au crépuscule, apparemment la lueur crépusculaire de la partie élevée du ciel n'envoie pas des rayons vibrant à l'unisson de ces couleurs; et si, au contraire, le violet, le bleu et le vert sont éclairés, c'est que des rayons à leur unisson pénètrent dans l'atelier. Or, en effet, au coucher du soleil, la région élevée du ciel fournit, d'après le P. Secchi, un spectre atmosphérique raccourci, dénué de rouge, d'orangé et de jaune, et renfermant uniquement du vert, du bleu et du violet, sans doute parce que le prisme atmosphérique ne réfracte alors vers la terre que les rayons de plus grande réfrangibilité.

» Dès lors, comme la réfrangibilité des rayons augmente avec la rapidité de leurs vibrations, l'absence des rayons rouges, orangés et jaunes, dans le spectre zénithal crépusculaire, est due à l'insuffisance de la rapidité vibratoire de ces rayons. Au contraire, les rayons verts, bleus et violets doivent leur présence dans le spectre zénithal crépusculaire à leur réfrangibilité plus grande, due à leur plus grande rapidité vibratoire.

» II. *Cause de l'inégal travail photographique des couleurs.* — La photographie traduit en noir le rouge, l'orangé et le jaune d'un tableau, et en blanc laiteux le bleu, l'indigo et le violet. Il en est de même dans les photographies d'après nature.

» Or ces infidélités résultent nécessairement de l'inégal travail photographique des couleurs, car les images des objets monochromes, des édifices, des statues, des grisailles sont parfaitement fidèles.

» Dans une grisaille ou une peinture monochrome, les vibrations lumineuses sont toutes à l'unisson et ont la même amplitude sous la même lumière éclairante. Or le travail efficace correspondant à l'impression photographique représente, pour chaque partie de l'image, une même somme de forces vives vibratoires absorbées. Dès lors la durée du travail sera réciproque à la sensibilité de la rétine photographique, et, à égale sensibilité, cette durée sera réciproque à l'amplitude des vibrations, ou à l'intensité de la lumière éclairante; enfin, à égale intensité de la lumière éclairante, la

durée du travail efficace sera réciproque à la rapidité des vibrations et par suite à la réfrangibilité de la couleur de la grisaille, car il doit être opéré par le même nombre de vibrations pour chaque couleur, si toutes ont la même amplitude vibratoire.

» Dès lors les vibrations plus rapides des couleurs plus réfrangibles achèvent leur travail efficace dans une moindre durée que les vibrations plus lentes des couleurs moins réfrangibles, et l'on ne peut imposer impunément la même durée au travail photographique de toutes les couleurs. Car, si cette durée était réglée sur la couleur moyenne du spectre ou sur le travail efficace du vert, dont les vibrations sont plus rapides que celles du jaune, de l'orangé et du rouge, ces dernières couleurs, n'ayant pu achever leur travail efficace, seraient obscurcies de noir dans leur image positive; au contraire, les vibrations plus rapides du bleu, de l'indigo et du violet achevant leur travail efficace avant le vert, leurs vibrations excédantes balayeraient l'image et lui enlèveraient sa netteté.

» Ainsi la lenteur des vibrations du rouge, de l'orangé et du jaune est la cause de leur obscurcissement, en photographie comme à la lumière crépusculaire, et la rapidité plus grande des vibrations du bleu, de l'indigo et du violet est la cause de leur apparence laiteuse ou nuageuse, tant en photographie qu'à la lueur du crépuscule. »

M. Tourdes adresse, comme complément à sa Note sur un accident causé par la foudre au pont de Kehl, un plan du lieu où cet accident s'est produit.

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

M. Noirot adresse une figure destinée à expliquer l'usage de son « Trigonomètre ».

Cette figure, ainsi que la Note qui avait été adressée par l'auteur le 28 juin dernier, sera soumise à l'examen d'une Commission composée de MM. Mathieu, Delaunay, Serret.

M. Berthault soumet au jugement de l'Académie une Note concernant un emploi de l'excédant de force des locomotives à la production de divers effets, tels que l'adhérence des roues sur les rails, l'éclairage électrique des trains, ou la mise en mouvement des télégraphes.

(Commissaires : MM. Morin, Edm. Becquerel.)

CORRESPONDANCE.

M. LE MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE transmet à l'Académie une ampliation du Décret impérial par lequel elle est autorisée à accepter le legs qui lui a été fait par *M. Chaussier*, d'une rente de deux mille cinq cents francs, dont les arrérages accumulés formeront, tous les quatre ans, un prix de dix mille francs. Ce prix sera décerné par l'Académie à l'auteur du meilleur livre ou Mémoire qui aura fait faire un pas à la science médicale.

M. KELLER prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats qu'elle pourra être appelée à présenter pour la place de Membre du Bureau des Longitudes, laissée vacante par le décès de *M. Darondeau*. La Lettre est accompagnée d'une Notice sur les titres scientifiques de l'auteur.

(Renvoi à la future Commission.)

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la marche à contre-vapeur des machines locomotives.* Note de **M. LE CHATELIER**, présentée par M. Delaunay.

« Lorsque j'ai publié, en mars 1869, un premier Mémoire *sur la marche à contre-vapeur des machines locomotives*, j'ai été amené à discuter des prétentions que M. Ricour avait élevées relativement à l'invention de ce perfectionnement.

» Bien que ce travail renfermât des résultats d'expérience d'un certain intérêt scientifique, je m'étais abstenu de le présenter à l'Académie, attendant que la contestation soulevée par M. Ricour fût vidée.

» La réponse à la Note que M. Ricour a présentée à l'Académie, dans sa dernière séance, sera fournie par un nouveau Mémoire que je fais imprimer en ce moment. Je me borne à faire connaître à l'Académie que je conteste absolument les prétentions de M. Ricour, renouvelées à trois ans d'intervalle.

» Je m'appuie sur des documents et sur des faits, et non sur des fragments de correspondance, pour établir : que cet ingénieur n'a fourni aucun contingent utile pour le succès de l'étude dont il s'était trouvé accidentellement chargé, qu'il s'est uniquement inspiré de mes instructions dans les essais faits sous sa direction immédiate, et que son intervention, après avoir retardé l'étude entreprise, aurait compromis le succès de l'application, si

d'autres ingénieurs, expérimentés et affranchis de tout système préconçu, n'étaient pas venus rendre cette application satisfaisante au point de vue pratique.

» M. Ricour m'attribue à tort l'idée d'injecter et de faire pénétrer dans les cylindres de grandes quantités d'eau chaude. Les expériences que j'ai faites, conformément à ma donnée primitive, pour obvier aux inconvénients du renversement de la vapeur, en injectant dans le tuyau d'échappement un petit filet d'eau dérivé de la chaudière, et les applications en grand qui en ont été la conséquence établissent qu'on ne peut faire pénétrer dans les cylindres qu'une quantité d'eau limitée, parce qu'elle s'y vaporise et que la vapeur fournie remplit aussitôt leur capacité. Cette hypothèse qu'on peut faire passer de l'eau à 100 degrés, dans les cylindres d'une machine locomotive marchant à contre-vapeur, appartient exclusivement à M. Ricour, et elle repose sur une erreur qui a été pour une grande part dans ses mécomptes d'application. »

PHYSIQUE. — *Étude des phénomènes qui accompagnent l'illumination d'un liquide non fluorescent; par* **M. Alex. Lallemand.**

« Le résumé de mes recherches sur l'illumination des liquides, que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie dans la séance du 19 juillet, renferme des conclusions qui pourraient sembler prématurées, si je n'insistais sur quelques détails dont je n'ai pas fait mention dans ma première Note. L'illumination latérale de l'eau pure dans le plan de polarisation, quand elle est traversée par un faisceau de rayons solaires polarisés, son obscurité complète dans une direction normale à ce plan et la polarisation de la lumière émise transversalement m'ont conduit à envisager cette expérience comme une preuve de l'hypothèse de Fresnel sur la direction des vibrations dans un rayon polarisé, et en même temps comme une démonstration du lemme d'Huygens. Une analyse plus complète du phénomène va justifier plus rigoureusement les déductions auxquelles je suis arrivé.

» Parmi les divers modes d'expérimentation qu'on peut employer, le suivant est très-simple et rendra plus concise l'interprétation des résultats de l'observation.

» Supposons qu'un liquide non fluorescent soit enfermé dans un ballon de verre sphérique, à paroi mince, et traversé suivant un diamètre horizontal par un filet de lumière solaire, polarisée elle-même horizontalement. On vise alors invariablement le centre du ballon, au travers d'un tube

noirci et suivant un diamètre quelconque. Le résultat de cette première épreuve, c'est qu'il y a lumière émise avec des intensités variables dans tous les sens, excepté *suivant la direction verticale*. Autour de cette direction, l'intensité de la lumière émise va croissant avec l'inclinaison, et devient maxima quand le tube a atteint une position horizontale. Ce maximum lui-même est variable avec l'azimut dans lequel le tube se trouve situé, et d'autant plus grand que l'angle de cet azimut avec le plan vertical passant par l'axe du filet lumineux est plus petit.

» En adaptant au tube mobile qui sert à la visée un Nicol analyseur, on constate que la lumière émise dans une direction quelconque est toujours *entièrement polarisée* : quel que soit l'azimut dans lequel le tube se trouve placé, l'extinction a invariablement lieu quand la section principale de l'analyseur est normale à cet azimut; c'est-à-dire que le plan de polarisation de la lumière émise est constamment perpendiculaire au plan azimutal qui contient les rayons émergents.

» Ces variations d'intensité et cette direction variable du plan de polarisation de la lumière émise sont inconciliables avec l'hypothèse d'une réflexion particulaire, et s'expliquent au contraire très-simplement, si l'on admet que les vibrations éthérées du milieu réfringent sont normales au plan de polarisation de la lumière incidente et se propagent ensuite au sein de ce milieu dans toutes les directions. Une vibration verticale peut être, en effet, remplacée par deux vibrations composantes, l'une dirigée suivant l'axe de l'analyseur qui ne produit aucun effet lumineux, et l'autre perpendiculaire à cet axe. Cette dernière composante est celle qui engendre la lumière propagée dans la direction de l'analyseur.

» Considérons, en particulier, l'azimut normal au faisceau lumineux : il est évident que, dans cet azimut, l'intensité de la lumière émise variera comme le carré du cosinus de l'angle que fait le rayon émergent avec sa projection horizontale. Dans un autre vertical, faisant avec ce dernier un angle déterminé, l'intensité dépendra de la profondeur du faisceau lumineux suivant la direction du tube de visée, et, si le filet de lumière incident est cylindrique et très-délié, on peut admettre que cette intensité est proportionnelle à cette profondeur. Elle est représentée par le diamètre variable d'une ellipse dont les axes sont déterminés. On a encore tous les éléments nécessaires pour calculer l'intensité des rayons émis, et il est évident que l'explication du phénomène, au point de vue où je me suis placé, comporte une vérification photométrique. Je ne suis pas encore préparé pour des recherches aussi délicates. Neanmoins quelques tentatives imparfaites

m'ont prouvé que les variations observées suivent très-sensiblement la loi indiquée par la théorie.

» L'expérience, telle que je viens de l'analyser, n'en conserve pas moins sa valeur démonstrative, et j'ai la confiance qu'un mode d'expérimentation mieux approprié à des mesures photométriques viendra confirmer mes prévisions. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du permanganate de potassium sur la cinchonine.* Note de **MM. E. CAVENTOU** et **ED. WILLM**, présentée par M. Balard.

« Lorsqu'on ajoute goutte à goutte une solution saturée et froide de permanganate de potassium à une solution, également froide, de sulfate de cinchonine additionnée d'acide sulfurique, la décoloration est instantanée, et il se dépose de l'hydrate de peroxyde de manganèse. Cette réaction a été continuée jusqu'à ce que la décoloration du permanganate ne se produisît plus qu'après quelques minutes. Pour atteindre ce terme, il faut employer environ poids égaux de sulfate de cinchonine et de permanganate.

» Quelque soin qu'on prenne pour refroidir le mélange, il se produit toujours un dégagement d'acide carbonique vers le milieu de la réaction. Mais, dans les conditions où nous avons opéré, nous n'avons jamais observé la formation d'ammoniaque ou d'acide azotique.

» La réaction produite ne peut pas se formuler nettement, elle est trop complexe. Les principaux produits de la réaction sont : 1° un composé indifférent, s'unissant soit aux bases soit aux acides, mais sans donner de composés bien définis, nous l'avons nommé *cinchoténine;* 2° un acide bien cristallisé que nous désignons sous le nom d'*acide carboxycinchonique;* 3° une substance réduisant le tartrate cupropotassique.

» Mais, indépendamment de ces produits d'oxydation, nous avons obtenu une base particulière, différente de la cinchonine, que nous ferons d'abord connaître. Sa composition est exprimée par la formule $C^{20}H^{26}Az^2O$; elle diffère donc de la cinchonine par H^2 en plus, si l'on admet pour la cinchonine la formule $C^{20}H^{24}Az^2O$ généralement adoptée. C'est pourquoi nous l'avons désignée sous le nom d'*hydrocinchonine.* Cette formule a été établie par une série d'analyses faites tant sur la base libre que sur son chloroplatinate. En même temps, nous avons soumis à l'analyse la cinchonine qui a servi de point de départ :

	Hydrocinchonine.			Cinchonine.		
	I.	II.	III.	I.	II.	III.
Carbone......	77,48	77,27	77,42	77,70	77,75	77,79
Hydrogène....	8,60	8,30	8,22	7,74	7,82	7,69

» Cette base se distingue de la cinchonine en ce qu'elle n'est attaquée que lentement à froid par le permanganate. C'est ce qui permet de supposer qu'elle existe toute formée dans les écorces de quinquina. On soupçonnait depuis longtemps que la cinchonine pouvait être un mélange, et M. Hlasiwetz avait émis la premier cette idée, sans pouvoir la prouver, se basant surtout sur les divergences que présentent les analyses de cinchonine faites par les différents auteurs. Du reste les propriétés de la cinchonine et de l'hydrocinchonine sont tellement rapprochées, que nous n'avons pu en opérer la séparation par les moyens ordinaires. Il faut détruire la cinchonine pour mettre l'autre base en liberté. Il est remarquable de voir un composé plus hydrogéné que la cinchonine résister davantage aux agents d'oxydation.

» L'hydrocinchonine fond à 268 degrés (non corrigé) et la cinchonine à 257 degrés. Elle dévie moins le plan de polarisation que la cinchonine : dans des conditions identiques elle déviait de $+10^\circ 55'$, et la cinchonine, de $+11^\circ 48'$; elle est insoluble dans l'eau. Un litre d'alcool à 90 centièmes en dissout, à 15 degrés, $7^{gr},25$; à chaud, il s'en dissout beaucoup plus, qui se dépose par le refroidissement en petites aiguilles brillantes. Elle forme des sels bien cristallisés, solubles dans l'eau, à saveur amère. Son chloroplatinate, facilement soluble dans l'acide chlorhydrique, se dépose en cristaux assez volumineux, brillants; il renferme $C^{20}H^{26}Az^2O.PtCl^6H^2$.

» *Cinchoténine.* — C'est le produit d'oxydation le plus abondant. Elle renferme $C^{18}H^{20}Az^2O^3$ et se dépose de sa solution aqueuse bouillante en cristaux soyeux d'un blanc d'argent, peu solubles dans l'eau froide, et très-peu solubles dans l'alcool même bouillant. Elle est à peu près neutre aux réactifs colorés et se dissout aussi bien dans les acides que dans les alcalis; néanmoins elle est insoluble dans la potasse concentrée. Sa solution barytique l'abandonne complétement sous l'influence d'un courant d'acide carbonique.

» Elle est difficilement attaquée par le permanganate, même à chaud. Elle est dextrogyre, comme la cinchonine; elle a dévié le plan de polarisation de $+6^\circ 5'$, tandis que dans les mêmes conditions, la cinchonine la déviait de $+9$ degrés. Elle forme un chloroplatinate cristallisé en longues aiguilles.

» Elle réduit à chaud la solution d'azotate d'argent, après y avoir produit un précipité blanc.

» *Acide carboxycinchonique.* — Ce composé, qui renferme $C^{21}H^{14}Az^2O^4$, résulte non-seulement d'une oxydation, mais d'une fixation de carbone; ce qui tend à le prouver, c'est que l'on n'observe point sa formation par une oxydation incomplète, elle paraît ne se former qu'au moment où le dégagement d'acide carbonique est énergique; son rendement est très-faible. Cette fixation de carbone rappelle la formation d'acide benzoïque ou même d'acide phtalique réalisée récemment par M. Carius en oxydant la benzine.

» L'acide carboxycinchonique est assez soluble dans l'eau, surtout à chaud; il cristallise en prismes anhydres, durs et brillants. L'alcool fort en dissout environ 1,8 pour 100 à froid, et un peu plus de 3 pour 100 à l'ébullition.

» C'est un acide bibasique formant avec les alcalis et la baryte des sels très-solubles et cristallisant mal. Le sel barytique renferme $C^{21}H^{12}Az^2O^4Ba''$; le sel de cuivre $C^{21}H^{12}Az^2O^4Cu''$ forme un précipité d'abord amorphe et vert pâle, mais devenant rapidement cristallin et d'un bleu foncé. Le sel d'argent $C^{21}H^{12}Az^2O^4Ag^2$ forme un précipité cristallin très-stable.

» Cet acide se dissout également dans les acides chlorhydrique, sulfurique, etc., et fournit un chloroplatinate cristallisé en larges lamelles jaune-orangé, peu solubles dans l'eau froide. Cette tendance basique rappelle la constitution des acides amidés.

» Quant à la matière réduisant la liqueur cupro-alcaline, nous ne l'avons pas encore isolée à l'état de pureté, mais nous sommes sur la voie de l'isoler; sa solution concentrée opère déjà la réduction à froid. C'est évidemment le produit d'une oxydation incomplète.

» Nous poursuivons l'étude de ces différents dérivés, avec l'intention d'étendre nos recherches à la quinine, dans le but de déterminer la constitution de ces alcaloïdes.

» Ces recherches sont faites au laboratoire de M. Wurtz. »

TÉRATOLOGIE. — *Nouvelles recherches sur le développement de l'embryon à des températures relativement basses, et sur la production artificielle des monstruosités.* Note de **M. C. Dareste**, présentée par M. de Quatrefages.

« J'ai fait connaître à l'Académie, il y a quatre ans (séance du 9 janvier 1865), les résultats d'expériences faites pour déterminer l'influence de températures relativement basses, sur le développement de l'embryon. J'avais

alors constaté : 1° que la température la plus basse qui détermine le développement de l'embryon est la température de 40 degrés; 2° que le développement des embryons à 30 ou 40 degrés se fait avec une très-grande lenteur; 3° qu'il s'arrête toujours de très-bonne heure, et condamne les embryons à une mort inévitable; 4° enfin qu'il est souvent anormal.

» Pendant le cours de cette année, j'ai repris ces expériences sur une très-grande échelle, et, tout en constatant de nouveau la parfaite exactitude des résultats que je viens de rappeler, j'ai pu y ajouter un résultat nouveau : c'est que les embryons développés à des températures relativement basses présentent *toujours*, et non *souvent*, comme je l'avais cru d'abord, des anomalies organiques. Si je ne l'ai pas reconnu il y a quatre ans, c'est qu'à cette époque, je ne connaissais encore que d'une manière imparfaite l'état primitif des anomalies organiques, et que je ne savais pas encore les constater au début des phénomènes embryogéniques.

» Toutes ces anomalies sont caractérisées par des arrêts de développement; elles sont d'ailleurs très-diverses, ainsi qu'on en pourra juger par l'indication suivante.

» Parfois la cicatricule se transforme en blastoderme, sans produire d'embryon. Cette anomalie est d'autant plus remarquable, qu'elle donne une confirmation de l'opinion émise récemment par M. Milne Edwards sur la nature de la cicatricule, qu'il considère comme un être vivant indépendant de l'embryon, et comme représentant les générations non sexuées dans le cycle des générations alternantes.

» Voici maintenant les anomalies embryonnaires.

» *Fissure spinale.* — Cette anomalie est l'une des plus fréquentes, et résulte bien évidemment d'un arrêt de développement de la gouttière primitive.

» *Absence de développement de la gouttière primitive, tandis qu'il y a développement de la tête.* — Dans ce cas fort remarquable, l'embryon paraît complétement réduit à la région céphalique, qui peut se développer bien que le reste du corps fasse plus ou moins complétement défaut.

» Dans ces sortes d'anomalies, c'est l'embryon lui-même qui est primitivement atteint. D'autres anomalies résultent d'un arrêt de développement de l'amnios.

» L'arrêt de développement du capuchon céphalique détermine tantôt un arrêt de développement de la tête et tantôt un renversement de la tête en arrière, lorsque la tête continue à se développer.

» L'arrêt de développement de la tête a souvent pour résultat la produc-

tion de la cyclopie, qui résulte, ainsi que je m'en suis assuré, de la juxtaposition, à un certain moment de la vie embryonnaire, des deux orbites ou plutôt des deux ébauches des orbites, à l'extrémité antérieure du corps. Si les orbites ne sont point écartés par le développement ultérieur de la vésicule cérébrale antérieure, ils restent juxtaposés, et les deux yeux se soudent au moment même de leur apparition. L'arrêt de développement de la tête s'accompagne souvent d'un arrêt de développement portant sur l'organisation du cœur. J'ai constaté, il y a trois ans, que la formation du cœur résulte de l'union de deux blastèmes primitivement séparés. Ici l'arrêt de développement maintient la séparation des blastèmes cardiaques primitifs, qui se développent isolément, et produisent alors deux cœurs distincts.

» Lorsque la tête continue à se développer, tandis que le capuchon céphalique est frappé d'un arrêt de développement, elle se renverse en arrière, et donne naissance à une anomalie vraiment étrange, et dont j'ai eu beaucoup de peine à démêler la vraie nature. La tête, ainsi renversée, vient faire hernie dans la partie supérieure de l'ouverture ombilicale, en arrière du cœur. On voit alors des embryons chez lesquels la partie antérieure du corps se termine par le cœur ou par les deux cœurs, si, comme cela arrive alors très-souvent, les deux blastèmes cardiaques se sont isolément développés. C'est ainsi que se produisent des embryons ayant le cœur placé sur le dos, et que j'ai signalés en 1861, dans ma première Communication sur la production artificielle des monstruosités.

» L'arrêt de développement du capuchon caudal de l'amnios produit diverses modifications de l'extrémité caudale du corps et des membres postérieurs, parmi lesquelles je dois signaler l'une des plus curieuses, la symélie, qui consiste dans le renversement de la soudure des deux membres postérieurs. J'ai fait connaître, il y a un an, l'origine et le mode de formation de cette anomalie si remarquable, qui était restée une énigme pour la tératologie.

» Enfin, la lenteur du développement des îles de Wolf, des globules sanguins et de l'aire vasculaire est un obstacle à la formation du sang, et devient une condition pour la production des hydropisies embryonnaires, point de départ fréquent de l'anencéphalie, ainsi que je l'ai déjà fait connaître.

» Tous ces embryons, ainsi frappés d'anomalie par l'action d'une température relativement basse, périssent fatalement de très-bonne heure, vers l'époque du retournement de l'embryon sur le jaune, et avant l'apparition de l'allantoïde. Mais si, avant cette époque, on soumet à la température

normale de l'incubation des œufs d'abord soumis à des températures relativement basses, le développement peut se continuer et faire arriver à un âge plus avancé ces embryons animaux qui auraient très-rapidement péri. Ce fait, que je n'ai pu encore que constater, me donnera la possibilité de suivre les monstres pendant les diverses périodes de la vie embryonnaire, et de déterminer les conditions de leur existence et de leur mort, soit avant, soit après l'éclosion.

» Un fait très-remarquable, qui résulte de toutes ces expériences, c'est que des embryons soumis à des conditions physiques complétement identiques présentent de si grandes diversités dans leur développement. Mais cela prouve que les germes, pas plus que les êtres adultes, ne sont identiques, ni anatomiquement, ni physiologiquement. Les particularités individuelles du germe, particularités qu'il est actuellement impossible de déterminer d'avance, forment un obstacle à la production d'anomalies identiques. Il n'y a qu'un seul fait commun : l'arrêt de développement qui produit une anomalie. Toutefois, ainsi que je l'ai montré dans d'autres Communications, il existe des anomalies dans la forme du blastoderme et dans celle de l'aire vasculaire que l'on peut obtenir d'un manière certaine, en plaçant les œufs dans certaines conditions déterminées. Le développement peut donc être modifié par deux sortes de causes, des causes directes et des causes simplement perturbatrices.

» Cette considération a d'autant plus d'importance qu'elle peut répandre quelque lumière sur la question si discutée aujourd'hui, et encore si obscure, de l'influence des *milieux* sur le développement des êtres. L'action des milieux peut se concevoir de deux façons : tantôt par la production d'une modification déterminée, et tantôt seulement par une tendance à la variation, dont les résultats dépendent des différences originelles des germes. Mes expériences me prouvent que ces deux sortes d'action peuvent modifier le développement du poulet : elles me permettront peut-être d'introduire quelques éléments nouveaux dans l'examen des problèmes que soulève actuellement l'origine des formes vivantes. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur la symétrie de structure de l'ovule et sur l'orientation de l'embryon dans la graine.* Note de **M. Ph. Van Tieghem**, présentée par M. Decaisne.

« Nous avons tiré du système vasculaire de la racine, de la tige et de la feuille, les caractères généraux qui doivent servir de définition anatomique

aux trois organes fondamentaux (1). Nous avons appliqué ces caractères, entre autres questions, à l'étude de l'organisation florale et en particulier à la détermination de la part qui revient à l'axe et aux appendices dans la structure du pistil; en suivant, à cet effet, la marche des faisceaux vasculaires depuis leur départ de l'axe jusqu'à leur entrée dans le corps reproducteur nous avons montré que l'ovule est toujours porté par une feuille et que par la manière dont il est inséré sur elle et dont il en reçoit ses éléments vasculaires, il *correspond* à un lobe de cette feuille (2); la nature morphologique de l'ovule se trouvait par là indirectement établie. Tout récemment, l'étude anatomique de la fleur femelle et du fruit des Cycadées, des Conifères et des Gnétacées nous a permis d'étendre ces résultats aux plantes gymnospermes et de combler ainsi une des lacunes les plus importantes de notre premier travail (3).

» Nous devions désormais, pour compléter cette série de recherches, prendre les faisceaux vasculaires au point où ils quittent la feuille ovulifère pour entrer dans le corps reproducteur, les suivre à l'intérieur de l'ovule et de la graine jusque dans leurs dernières ramifications, en étudier le mode de distribution et d'orientation et chercher enfin à en déduire directement la vraie nature de l'ovule. Puis, parvenu à la limite de l'organisme ancien, il fallait la franchir, passer à l'organisme nouveau qui se développe dans l'ovule après la fécondation et rechercher si le système cambial ou vasculaire de l'embryon, tout en n'ayant aucun lien de continuité avec celui de la graine, ne présenterait pas avec lui des rapports nécessaires de position qui fixeraient entièrement dans l'espace la situation de l'être nouveau par rapport à l'ancien, tout ce que l'on sait à cet égard se réduisant à ce fait élémentaire que la radicule de l'embryon est dirigée vers le sommet organique de l'ovule, c'est-à-dire vers le micropyle.

» Sur ces deux points, des recherches longuement poursuivies et qui ont porté déjà sur plus de cent cinquante familles naturelles, m'ont conduit à des résultats que j'ose croire généraux et que je demande à l'Académie la permission de lui communiquer.

» I. L'ovule, quelle qu'en soit la forme, orthotrope, anatrope ou campylotrope, possède toujours, dans l'ensemble de son système vasculaire, un

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 151; janvier 1869.
(2) Mémoire couronné encore inédit, et *Ann. des Sc. nat.*, 5e série, t. IX, p. 127; 1868.
(3) *Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 830 et 870; avril 1869.

plan de symétrie et n'en possède qu'un seul. Il est donc toujours de nature appendiculaire, jamais axile. Comme on sait d'ailleurs que son système vasculaire ne s'implante pas directement sur l'axe, mais qu'il s'insère toujours sur un autre système également appendiculaire dont il n'est qu'une dépendance, on voit que l'ovule n'est pas un appendice entier et autonome, mais seulement une partie de l'appendice qui le porte, un lobe de la feuille carpellaire. Cependant dans certains cas, lorsque la feuille ovulifère, ni ne se ferme, ni ne s'associe à d'autres, ni ne se prolonge au-dessus de l'insertion des corps reproducteurs, son limbe se consacre tout entier à la formation d'un ou de deux ovules, comme nous l'avons montré dans plusieurs conifères (*Podocarpus*, *Ginkgo*, *etc.*).

» Ainsi l'étude directe du système vasculaire des corps reproducteurs des Phanérogames vient compléter celle du système vasculaire de leur support commun, pour montrer, non-seulement que, par sa position et son mode d'insertion sur une feuille, l'ovule *correspond* à un lobe de cette feuille, mais encore que le mode de distribution et d'orientation de ses faisceaux vasculaires et le genre de symétrie du système qu'ils constituent y sont tels qu'il convient à ce lobe de feuille; la nature morphologique de l'ovule se trouve ainsi directement démontrée.

» Le plan de symétrie de la graine a d'ailleurs, dans chaque cas particulier, une position déterminée par rapport au plan de symétrie du carpelle qui la porte, et celui-ci possède à son tour une direction fixe dans la fleur et par suite dans l'ensemble de l'organisme végétal.

» II. Ceci posé, considérons l'être nouveau qui se développe dans ce milieu organique doué d'un seul plan de symétrie de direction connue, et nous verrons que l'embryon possède dans tous les cas, par rapport à ce plan, une orientation fixe que les conditions suivantes déterminent.

» 1° Les deux vésicules embryonnaires appendues avant la fécondation à la voûte du sac embryonnaire, sous le micropyle, ont leurs points d'attache contenus dans le plan de symétrie de l'ovule.

» 2° La ligne de symétrie du système conducteur de la tigelle de l'embryon, qu'elle soit droite ou courbe, est toujours contenue tout entière dans le plan de symétrie de la graine.

» 3° Si l'embryon n'a qu'un cotylédon, son plan principal, c'est-à-dire le plan de symétrie de sa première feuille, coïncide avec le plan de symétrie de la graine; au moins avons-nous toujours rencontré cette coïncidence dans les seize familles de monocotylédones que nous avons étudiées jusqu'à

présent à ce point de vue. Si l'embryon a deux cotylédons opposés, son plan principal, c'est-à-dire le plan commun de symétrie de ses deux premières feuilles, ou bien coïncide avec le plan de symétrie de la graine, ou bien lui est perpendiculaire (1). Enfin, si l'embryon a deux cotylédons non opposés, c'est le plan de symétrie de sa troisième feuille, bissecteur de l'angle des cotylédons, qui coïncide avec le plan de symétrie de la graine. Il en résulte que, dans tous les cas, l'embryon s'organise de la même manière à droite et à gauche du plan de symétrie du milieu où il se développe. Le plan de symétrie de la graine se conserve dans l'embryon.

» 4° Considérons le lobe foliaire transformé en ovule comme la feuille mère de l'embryon, et voyons, les conditions précédentes étant remplies, comment la première feuille de l'embryon est située par rapport à ce lobe maternel. Si le cotylédon est unique, il est, sur la tigelle, diamétralement opposé au lobe ovulaire, c'est-à-dire que l'angle de divergence δ de l'organisme nouveau par rapport à l'ancien est de 180 degrés. Avec deux cotylédons opposés, si le plan principal de l'embryon coïncide avec le plan de symétrie de la graine, l'un des cotylédons est à 180 degrés de l'ovule; il est un peu plus ancien et plus développé que l'autre qui est superposé au lobe ovulaire (2); il est donc la première feuille de la plante nouvelle, et la divergence initiale des deux organismes δ est encore de 180 degrés; si le plan principal de l'embryon est, au contraire, perpendiculaire au plan de symétrie de la graine, les deux cotylédons sont l'un à droite, l'autre à gauche du lobe ovulaire, et $\delta = 90°$. Enfin quand il y a deux cotylédons non opposés, faisant entre eux un angle α, la troisième feuille est superposée au lobe maternel, et par conséquent $\delta = 180° - \frac{\alpha}{2}$. En résumé, la plante nouvelle forme donc toujours avec l'ancienne un certain angle foliaire du même ordre que la divergence initiale d'une branche par rapport à la tige qui la porte; que le nouvel organisme soit issu de bourgeon et dépendant, ou de graine et libre, il ne se superpose pas au premier.

---

(1) Lorsque la tigelle est arquée, les botanistes ont reconnu depuis longtemps qu'il y a deux modes différents d'incurvation: la pointe radiculaire de la tigelle est repliée tantôt sur le dos d'un des cotylédons qui sont dits *incombants*, tantôt sur les bords des cotylédons dits *accombants*. Ces deux manières d'être de l'embryon rentrent comme cas particuliers dans notre règle générale; dans la première, le plan principal de l'embryon coïncide avec le plan de symétrie de la graine; dans la seconde, il lui est perpendiculaire.

(2) Il résulte des observations de M. Decaisne, notamment sur les Rubiacées, que fort souvent les deux cotylédons sont inégaux.

» Les quatre conditions précédentes, si l'on y ajoute ce fait bien connu que l'extrémité radiculaire de la tigelle est dirigée vers le micropyle, fixent entièrement la position de l'embryon dans la graine, et par conséquent dans l'ensemble de l'organisme maternel. Imaginons donc que les graines germent sur place et que les embryons se développent sur la plante mère sans être soumis aux déviations produites par les forces extérieures : chacune des plantes de seconde génération ainsi constituées aura une orientation fixe par rapport à la souche commune, et le système total possédera une forme régulière et constante pour chaque espèce; que les choses se passent de même pour les embryons de seconde génération et ainsi de suite, et nous obtiendrons des agrégations idéales de plus en plus complexes où les organismes indépendants seront disposés les uns par rapport aux autres, suivant des lois de symétrie aussi nécessaires que celles qui lient entre elles les diverses individualités dépendantes d'un même organisme : nous nous sommes appliqué à déterminer, dans un certain nombre de cas particuliers, la forme de ces agrégations de colonies.

» On voit qu'au moins dans la grande majorité des dicotylédones il y a deux modes d'orientation possibles satisfaisant à notre troisième condition; mais ces deux positions de l'embryon, perpendiculaires l'une à l'autre, paraissent fort inégalement réalisées. Ainsi, parmi les 133 familles de dicotylédones étudiées jusqu'à présent à ce point de vue, nous n'en avons trouvé que 28 où, dans tous les genres examinés, le plan principal de l'embryon soit perpendiculaire au plan de symétrie de la graine pour 98 où il y a coïncidence, et 7 où une partie des genres présentent la coïncidence, une autre la perpendicularité. L'orientation de l'embryon ne demeure pas en effet toujours la même dans tous les genres d'une famille naturelle, bien que ce soit le cas de beaucoup le plus général. Elle change même parfois, d'une section à l'autre d'un même genre. Il en résulte que, dans l'état encore imparfait de nos connaissances sur ce sujet nouveau, il faut toujours, quand on compare les familles entre elles sous ce rapport, faire des réserves pour les exceptions qui peuvent s'y présenter à l'orientation dominante.

» Le principe de la conservation du plan de symétrie de la graine dans l'embryon s'applique aussi au développement des animaux. L'œuf des oiseaux en particulier ne possède qu'un seul plan de symétrie, et c'est par rapport à ce plan que l'embryon s'organise symétriquement. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *De l'influence qu'exerce l'intensité de la lumière colorée sur la quantité de gaz que dégagent les plantes submergées.* Mémoire de **M. Ed. Prillieux**, présenté par M. Duchartre. (Extrait par l'Auteur.)

« On sait que les parties vertes des plantes jouissent de la propriété de décomposer l'acide carbonique sous l'action de la lumière. Depuis que cet important phénomène de physiologie végétale a été établi d'une façon incontestable, on a cherché à l'analyser et à déterminer quelle part spéciale il convient d'attribuer aux divers rayons solaires. Il ressort des recherches nombreuses et importantes qui ont été faites dans cette voie: 1° que les divers rayons solaires n'agissent pas avec la même intensité comme cause de la décomposition de l'acide carbonique par les plantes; 2° que ce sont les rayons moyens de la partie lumineuse du spectre, c'est-à-dire les rayons jaunes, qui ont au plus haut point cette propriété; 3° que l'action décomposante s'étend, en décroissant rapidement, dans les rayons extrêmes, et se prolonge même au delà des rayons visibles, mais faiblement; 4° que, par conséquent, cette action n'est pas proportionnelle à l'énergie avec laquelle la lumière décompose les sels d'argent; 5° en outre, la plupart des observateurs ont admis également qu'elle n'est pas non plus proportionnelle à l'action calorifique; toutefois ce fait vient d'être très-récemment contesté. On sait, d'autre part, que les rayons de différentes couleurs ne sont pas également lumineux; il est bien évident que le jaune et l'orangé ont un plus grand éclat que le rouge, le bleu et surtout l'indigo et le violet. Or il paraît résulter de l'ensemble des expériences qui ont été faites que, d'une façon générale, les rayons qui ont le plus grand pouvoir éclairant sont aussi ceux qui agissent le plus sur la chlorophylle. Toutefois, jusqu'ici les observateurs se sont exclusivement préoccupés d'obtenir des couleurs bien pures et aussi homogènes que possible pour leurs expériences, sans faire entrer en ligne de compte la différence d'intensité des lumières qu'ils ont fait agir sur les plantes. Ainsi, par exemple, on a comparé l'action de la lumière orangée, qui passe à travers un écran formé d'une solution saturée de bichromate de potasse, à celle qui traverse une solution de sulfate de cuivre ammoniacal qui ne donne au spectroscope que du violet, du bleu et un peu de vert. Or il est bien certain que, dans ce cas, on met en regard deux clartés fort différentes : d'une part, une brillante lumière orangée; de l'autre, une faible lueur bleue. L'expérience montre que la première a une action beaucoup plus grande que la seconde, sans doute; mais à quoi l'attribuer? à la nature propre de sa lumière ou à son intensité? A mon avis, il y a là, dans toutes les expériences, une lacune importante, et l'on ne sau-

rait affirmer, comme on le fait, que les rayons jaunes sont ceux qui agissent le plus sur la chlorophylle sans prêter à la plus fâcheuse conclusion, tant qu'on n'aura pas établi si c'est en tant que jaunes qu'ils exercent sur la plante l'action que l'expérience constate, ou seulement en raison de leur plus grand pouvoir éclairant.

» Dans le Mémoire que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie, j'ai cherché à constater expérimentalement quelle action peuvent produire sur des plantes des lumières de couleurs différentes mais d'intensités égales.

» Pour obtenir ces lumières de même pouvoir éclairant, bien que de couleurs diverses, j'ai eu recours à l'emploi de solutions colorées qui pouvaient être rendues à volonté plus foncées ou plus claires en ajoutant, soit de la solution concentrée, soit de l'eau. Je versais ces liquides dans des appareils de verre, en forme de cylindres creux, dont j'entourais des bougies allumées, et je faisais varier la solution jusqu'à ce que la lumière qui traversait deux de ces cylindres de couleurs différentes eût, de part et d'autre, un éclat sensiblement égal, ce dont je jugeais par l'intensité des ombres que projetait sur un carton blanc une tige éclairée à la fois par les deux lumières. J'ai pu obtenir ainsi, à l'aide de solutions de bichromate de potasse et de couleurs d'aniline, des cylindres jaunes, bleus, verts et rouges, qui laissaient passer des lumières de couleurs différentes mais de pouvoirs éclairants égaux. C'est à l'intérieur de ces cylindres, couverts de couvercles de carton noirci, que j'exposais au soleil les plantes sur lesquelles je comptais observer l'action des diverses sortes de lumière. Ces plantes étaient toujours des plantes aquatiques (*Potamogeton perfoliatus, Elodea canadensis*), que je plaçais dans un petit bocal au milieu d'eau chargée d'acide carbonique.

» Pour l'évaluation de la quantité de gaz exhalé sous l'action de la lumière, dans un temps donné, j'ai employé, à l'exemple de M. Sachs, une méthode d'une extrême délicatesse et qui convient très-bien aux recherches physiologiques. Un rameau nettement coupé d'une plante d'eau, mis au soleil dans de l'eau chargée d'acide carbonique, dégage par la coupe une séries de bulles, qui se suivent à intervalles très-réguliers quand on agit dans des conditions convenables et que l'intensité de la lumière est bien constante, mais dont le dégagement se ralentit aussitôt que l'intensité de la lumière est amoindrie.

» Je ne saurais entrer ici dans le détail des expériences que j'ai faites en employant cette méthode sur les quantités relatives de gaz dégagées alternativement sous l'influence de la lumière blanche d'une part, et de l'autre sous l'action de diverses lumières colorées, dont le pouvoir éclairant était

sensiblement égal. Je donnerai seulement quelques chiffres, résumant des séries d'observations qui toutes ont donné des résultats analogues.

» Des rameaux de *Potamogeton perfoliatus* ont dégagé, en moyenne, durant une minute, les nombres suivants de bulles de gaz :

	I.	II.	III.	IV.	V
Dans la lumière blanche.....	64,75	14	20	19	74,5
» bleue.......	56	11,4	16	15,3	58,8
» orangée.....	55,3	11,8	17,55	15,5	57

» Des rameaux d'*Elodea canadensis* ont donné par minute, en moyenne, les nombres suivants de bulles de gaz :

Dans la lumière blanche...............	51,36
» verte...............	32,92
» orangée...............	33

	I.	II.	III.	IV.
Dans la lumière blanche	13,26	10	63	19,42
» verte..........	6,14	8,62	55,66	15
» rouge.........	5,18	8,75	57	14,83

» Ces chiffres suffisent, je pense, pour justifier la conclusion qui me paraît ressortir de l'ensemble de mon travail, à savoir : que les lumières de couleurs diverses agissent également sur les parties vertes des plantes, et y déterminent un égal dégagement de gaz à égalité d'intensité lumineuse, et par conséquent que tous les rayons lumineux déterminent la réduction de l'acide carbonique par les plantes en proportion de leur pouvoir éclairant, quelle que soit leur réfrangibilité. Si donc les rayons modérément réfrangibles du spectre qui forment la lumière jaune et orangée ont, comme de nombreuses expériences l'ont prouvé, le pouvoir de produire, quand ils agissent sur les parties vertes des plantes, un plus grand dégagement d'oxygène que les autres rayons plus ou moins réfrangibles, cette propriété est due à ce que l'intensité lumineuse de ces rayons moyens est de beaucoup supérieure à celle des rayons extrêmes. »

GÉOLOGIE. — *Recherches sur l'âge des grès à combustibles d'Höganäs et des grès à végétaux de Hör (Suède méridionale).* Mémoire de **M. Hébert**, présenté par M. Delafosse.

« Beaucoup de géologues ou de paléontologistes éminents se sont occupés des grès à combustibles d'Höganäs. Je citerai entre autres MM. Nilsson, Ad. Brongniart, Murchison, Mantell, Durocher, etc. M. d'Archiac, en résumant, en 1857, les travaux et les opinions de ces auteurs, ne conclut pas

d'une manière positive sur l'âge de ces couches, que la plupart rangent, il est vrai, dans le lias, en raison des mollusques fossiles cités par M. Nilsson, mais dont quelques-uns cependant, à l'exemple de Mantell, veulent faire du wealdien.

» Dans un voyage que j'ai fait en Suède, en septembre 1865, j'ai étudié ces grès, qui sont très-développés autour de la ville d'Helsingborg, et ce sont les résultats de mes observations que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie. L'épaisseur de ce système est considérable; dans les exploitations d'Höganäs, on traverse 70 mètres de grès et de schistes, renfermant quelques lits minces de charbon, avant d'atteindre la principale couche de combustible.

» Une partie de ce terrain affleure sur la côte dans les environs d'Helsingborg; je l'ai exploré au sud-est, à Ramlösa, et surtout au nord-ouest.

» A Ramlösa on peut observer sur une épaisseur de 28 à 30 mètres une succession de grès et de schistes avec des lits d'empreintes végétales ou charbonneux, à la base. A quelques mètres au-dessus de ces lits charbonneux se présente une couche de 7 à 8 centimètres, remplie de fossiles parmi lesquels abondent des *Mytilus*, et ces bivalves, si communes dans les couches dépendantes de la zone à *Avicula contorta*, que l'on a classées parmi les Cypricardes, les *Tæniodon*, les *Schizodus*, etc.

» Au nord-ouest d'Helsingborg, à 2 kilomètres de la ville, sur le bord de la mer, j'ai relevé la coupe suivante, en allant de bas en haut :

	Épaisseur. m
1° Lit de charbon, visible dans le lit du ruisseau qui descend du château de Scabelycke	0,30
2° Schistes noirs	6,00
3° Grès jaunes, *Mytilus* rare	2,00
4° Schistes noirs	2,00
5° Grès ferrugineux pétri d'*Ostrea Hisingeri* Nilss. et *Mytilus Hoffmanni* Nilsson sp., etc. (1).	
6° Une certaine épaisseur de couches recouvertes de déblais.	
7° Un banc de grès blanc quelquefois jaunâtre, sans fossiles, exploité dans de grandes carrières, sur une épaisseur de	2,50
8° Schistes argileux noirâtres avec un lit de nodules de grès ferrugineux renfermant des Cypricardes (*C. Nilssoni*, n. sp.)	8 à 9,00
9° Schistes encore plus terreux, noirs en haut, avec un lit charbonneux de $0^m,02$ d'épaisseur, nodules ferrugineux et traces de fossiles, épaisseur	6,00

» En résumé, cette coupe de Tinkarp, renfermant des couches d'une

(1) Parmi les autres fossiles que renferme cette couche, je puis citer : *Cypricardia marcignyana* Mart., *Mytilus Ervensis* Stopp., *Avicula suecica* n. sp., etc.

épaisseur approximative de 45 mètres, nous montre, comme à Ramlösa, des lits de charbon et des schistes noirs à la base, recouverts par des grès jaunes à *Mytilus* avec lesquels ils alternent.

» Il est bien évident que toutes ces couches font partie d'un même système, que les lits charbonneux, composés de débris de végétaux, ne peuvent être considérés comme constituant un système distinct et inférieur aux grès à coquilles marines.

» Ce premier point établi, j'ai cherché à fixer l'âge précis de ces couches à l'aide des fossiles marins que j'y ai recueillis, et que, dans ce travail, je fais connaître à l'aide de descriptions et de planches.

» Le tableau suivant donne la liste de ces fossiles, ainsi que les gisements qu'ils occupent dans d'autres régions de l'Europe. On remarquera que ces gisements appartiennent presque tous à la base de l'*infralias*.

DÉSIGNATION DES ESPÈCES.	Zone à *Avicula contorta*.	Z. à *Amm. planorbis*.
1. *Ostrea Hisingeri* Nilsson...	France (Var), Italie.	Allemagne, France (Gard, Rhône, etc.).
2. *Pecten* sp.............		
3. *Avicula suecica* n. sp......		
4. *Avicula* sp..............		
5. *Mytilus Hoffmanni* Nilss...	Allemagne.	
6. » *minutus* Quenstedt.	Allemagne, France, Angleterre.	
7. » *psilonoti* Qu.....	France (Var), Italie.	France, Allemagne.
8. » *Ervensis* Stopp....	Italie, Savoie, Tyrol.	
9. » *Lundgrenii* n. sp..	Savoie.	
10. *Cypricardia marcignyana* Mart................	France, Angleterre.	
11. *Cypricardia Nilssoni* n. sp.		
12. *Pullastra elongata* Moore sp.	France, Angleterre, Hanovre.	
13. *Pullastra* sp............		
14. *Schizodus posterus* Deffner et Fraas sp...........	France, Allemagne.	
15. *Schizodus præcursor?* Schlœnb. sp..........	France, Allemagne.	
16. *Schizodus triangularis* n. sp.	Lombardie.	
17. *Donax? arenacea* Nilss....		
18. *Anatina Stoppani* n. sp....	Italie.	
19. *Cypridina* sp...........		

» Ainsi, sur dix-neuf espèces, douze se rencontrent dans les couches à

Avicula contorta de France, d'Angleterre, d'Allemagne ou d'Italie; deux seulement, l'*Ostrea Hisingeri* Nilss. (*O. Sublamellosa* Dkr.) et le *Mytilus psilonoti* Qu., se trouvent à la fois dans cette zone et dans celle qui la suit (la zone à *Amm. planorbis*) en France et en Allemagne.

» D'après ces résultats, il est donc hors de doute que les grès d'Helsingborg appartiennent à la partie inférieure de l'infralias, et, comme ces fossiles caractéristiques se rencontrent dans les couches qui alternent avec les dépôts charbonneux, et surtout dans celles qui les recouvrent immédiatement (n° 5 de la coupe), on peut affirmer que tout le système d'Höganäs avec son épaisseur de 75 mètres, appartient à la zone à *Avicula contorta*.

» Les lits charbonneux se montrent d'ailleurs jusqu'à la partie supérieure des grès de Tinkarp. Il n'y a donc jusqu'ici nulle raison d'attribuer aucune partie de cette coupe à une zone plus récente, et bien certainement rien n'y représente le calcaire à gryphées arquées.

» *Grès de Hör.* — Les grès de Hör sont célèbres par les beaux spécimens de végétaux, dont on doit la connaissance à MM. Nilsson et Ad. Brongniart. Ces grès semblent être l'ancien cordon littoral de la mer infraliasique. Dans le voisinage immédiat des roches cristallines, qui, à Hör, sont surtout des masses dioritiques, ces grès sont très-grossiers et constituent un véritable conglomérat feldspathique à gros morceaux de quartz laiteux; on croirait voir l'arkose du *plateau central* de la France.

» M. Ad. Brongniart, qui a fait connaître la flore de Hör, n'hésite pas à la considérer comme liasique; il l'avait associée à celle des grès de Cobourg, de Bayreuth et d'Hettange, près Metz, etc. M. le professeur Schenk, de Wurtzbourg, dans son récent ouvrage sur la flore fossile du *bone bed* et des couches, à *Avicula contorta*, conserve ce même rapprochement, et regarde Hör comme plus récent que le *bome bed*. Cependant, il montre la grande analogie de ces deux flores qui renferment deux espèces communes : *Calamites Hörensis* Hisinger, et *Sagenopteris rhoifolia* Presl.

» Il est vrai qu'on trouve à Hör quatre espèces de la zone supérieure de l'infralias (Z. à *Ammonites angulatus*). Je ne pense pas cependant que ce soit là un motif suffisant pour décider que les grès de Hör doivent être considérés comme plus récents que les grès d'Höganäs. Il est remarquable, en effet, que dans un grand nombre de lieux, l'infralias à *Avicula contorta* commence par des grès feldspathiques tout à fait analogues, et dans lesquels on rencontre quelques végétaux identiques à ceux de Hör. Ainsi, M. Élie

de Beaumont (1) a découvert au mont Saint-Etienne, près Lamarche (Haute-Marne), dans ces grès, dont il a le premier fixé la place dans la série géologique et qu'il a appelés *grès inférieurs du lias*, le *Clathropteris meniscioïdes*, qu'il cite aussi des grès arkoses de Pouilly, en Auxois. J'ai constaté qu'un échantillon de ce même grès de Lamarche, qui fait partie des collections de la Société géologique, ainsi que celui qui renferme le *Clathropteris*, contient le *Mytilus minutus*.

» Cette même espèce se rencontre à Antully, près d'Autun (2), dans des grès inférieurs aux bancs à *Avicula contorta*.

» Ces grès correspondent exactement par leur position, et paraîtraient même correspondre par leur flore aux grès inférieurs du *bone bed* de la Franconie, dans lesquels des lits de végétaux ont précédé les premiers dépôts des couches marines à *Avicula contorta*.

» Ainsi, il paraît bien établi que l'*infralias* a commencé par des grès avec fossiles végétaux, aussi bien en Bavière qu'en France, et la présence à ce niveau en plusieurs points de cette dernière région du *Clathropteris meniscioïdes*, semble rattacher les grès de Hör à nos arkoses infraliasiques.

» En outre, les espèces communes entre la flore du *bone bed* et celle des grès d'Hettange et de Cobourg, aussi bien que la liaison intime et les nombreuses analogies de caractères, que révèlent les descriptions de M. Gumbel, entre les couches à *Ammonites angulatus*, celles à *A. planorbis* et le *bone bed*, sont de nouveaux arguments pour ranger ces trois horizons dans un même ensemble, l'*infralias*. »

M. **Grué** adresse une Lettre concernant un procédé pour révivifier et rendre inaltérables les vieux titres effacés.

La séance est levée à 7 heures. É. D. B.

---

(1) *Explication de la Carte géologique de France*, t. II, p. 310.

(2) Pellat, *Bulletin de la Société géologique de France*, 2e série, t. XXII, p. 555; 1865.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 12 juillet 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

Notices historique sur la vie et les travaux de Léon Foucault (de l'Institut); *par* M. LISSAJOUS. Paris, 1869; br. in-8°.

Liste des Membres de la Société Géologique de France au 31 *décembre* 1868. Paris, 1869; br. in-8°.

Bulletin de la Société Botanique de France; t. XVI, *Comptes rendus des séances*, I; *Revue Bibliographique*, B. Paris, 1869; 2 br, in-8°.

Observations météorologiques de l'Observatoire de Berne, juin, juillet et août 1868; 3 livraisons in-4°.

Intorno... *Observations et recherches expérimentales sur les cellules de la levûre; par* MM. G. BALSAMO-CRIVELLI *et* L. MAGGI. Milan, 1868; in-4°.

Intorno... *Recherches sur les dépôts lacustro-glaciaires, et en particulier sur ceux de la Valcuvia; par* M. L. MAGGI. Milan, 1868; in-4°.

Alcuni... *Essais pour servir à l'histoire des corps frangés de la grenouille; par* MM. G. BALSAMO-CRIVELLI *et* L. MAGGI. Milan, 1869; br. in-8°.

Intorno... *Sur le conglomérat de l'Adda; par* M. L. MAGGI. Milan, 1868; br. in-8°.

Sulla... *Sur la production de quelques organismes inférieurs en présence de l'acide phénique; par* M. G. BALSAMO-CRIVELLI *et* L. MAGGI. Milan, 1869; br. in-8°.

Sulla... *Sur la production du* Bacterium termo, Duj., *et du* Vibrio bacillus, Duj.; *par* MM. G. BALSAMO-CRIVELLI *et* L. MAGGI. Milan, 1869; br. in-4°.

Sulla... *Sur la manière dont le* Bacterium termo *et le* Vibrio bacillus *dérivent des granules vitellins de l'œuf de poule; par* MM. G. BALSAMO-CRIVELLI *et* L. MAGGI. Milan, 1868; br. in-8°.

Sopra... *Sur les aérolithes tombés le* 13 *février* 1868 *dans le territoire de Villanova, etc.*; *par* MM. A. GOIRAN, A. BERTOLIO, ZANNETI *et* L. MUSSO. Turin, 1868; in-12.

Rivelazioni... *Révélations astronomiques jointes à une dissertation philosophique; par* M. C.-C. ORLANDINI. Bologne, 1869; in-8°.

Monatliche... *Résultats mensuels et annuels des observations météorologiques*

recueillies à l'Observatoire royal de Munich de 1857 *à* 1866 : 6ᵉ Supplément aux *Annales de l'Observatoire de Munich.* Munich, 1868; in-8°.

Beobachtungen... *Observations faites à l'Observatoire météorologique de Hohenpeissenberg de* 1851 *à* 1864 : 7ᵉ Supplément aux *Annales de l'Observatoire de Munich.* Munich, 1868; in-8°.

Schriften... *Publications de l'Université de Kiel pour l'année* 1868, t. XV. Kiel, 1869; in-4°.

Die... *Culture des mers en France; par* M. L.-K. SCHMARDA. Vienne, 1869; in-8°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 19 juillet 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

Ministère de l'Instruction publique. Établissement central météorologique de Montsouris. Rapport de M. Ch. SAINTE-CLAIRE DEVILLE. Paris, 1869; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin administratif*, n° 205.)

Observatoire météorologique de Montsouris, bulletins du 1ᵉʳ *au* 23 *juillet* 1869. Paris, 1869; in-4°.

Mémoire sur les formes cérébrales propres aux édentés vivants et fossiles, précédé de remarques sur quelques points de la structure anatomique de ces animaux et sur leur classification; par M. Paul GERVAIS. Sans lieu ni date; br. in-4° avec planches.

Notice sur le tube d'inversion ou machine locomotive transformée en générateur de chaleur pour produire l'arrêt des trains, avec une introduction et un appendice en réponse au Mémoire de M. Le Châtelier; *par* M. RICOUR. Paris, 1869; in-8°.

L'écrevisse : mœurs, reproduction, éducation; par M. P. CARBONNIER. Paris, 1869; in-12. (Présenté par M. P. Gervais.)

Une question historique, 1720-1868; *par* M. l'abbé Valentin DUFOUR. Paris, 1868; 1 vol. in-18.

Un puits doit-il être ouvert ou foncé? par M. ORDINAIRE DE LACOLONGE. Bordeaux, 1868; br. in-8°.

Examen de divers moyens proposés pour faire contribuer la traction à l'adhérence des locomotives; par M. ORDINAIRE DE LACOLONGE. Bordeaux, 1868; br. in-8°.

Note sur l'écoulement des eaux de toiture; par M. ORDINAIRE DE LACOLONGE. Bordeaux, 1868; br. in-8°.

Histoire d'un rayon de soleil; par M. F. PAPILLON. Paris, 1869; 1 vol. in-12.

Les Merveilles de la Science, ou Description populaire des inventions modernes; par M. Louis FIGUIER, 32e série. Paris, 1869; grand in-8° avec figures.

Notes sur des granulations moléculaires de diverses origines; par M. LE RICQUE DE MONCHY. Montpellier, 1869; br. in-4°.

Application de la mécanique à l'horlogerie; par M. H. RESAL. Paris, 1869; br. in-8°.

Atlas historique de la ville de Paris et de ses environs; par M. Isaac RIGAUD, texte par M. V. VATTIER, 1re livraison, avec carte. Paris, 1869; in-folio. (2 exemplaires.)

Bulletin de la Société botanique de France, t. XV, 1868; session extraordinaire à Pau, août 1869. Paris, 1669; in-8°.

Atlas de l'Australie; par M. PROESCHEL. Sans lieu ni date; in-4° relié.

Eraülterungen... *Explications sur la carte géognostique d'Allemagne, France, Angleterre et des pays voisins; par* M. H. DE DECKEN. Berlin, 1869; br. in-8° et carte collée sur toile. (Présenté par M. Daubrée.)

Tentativo... *Essais sur une Géométrie à trois dimensions ou à dimensions vraiment imaginaires; par* M. C. PALADINI. Sondrio, 1869; br. in-8°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 26 juillet 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

Le Jardin fruitier du Muséum; par M. J. DECAISNE, Membre de l'Institut, 100e livraison. Paris, 1869; in-4°, texte et planches.

Recueil de Mémoires de Médecine, de Chirurgie et de Pharmacie militaires, rédigé sous la surveillance du Conseil de santé et publié par ordre du Ministre de la Guerre, t. XXII. Paris, 1869; in-8°.

Paléontologie française, ou Description des animaux invertébrés fossiles : Terrain jurassique, liv. 16 : *Gastéropodes,* t. III, *par* M. PIETTE; liv. 17 : *Échinodermes, par* M. G. GOTTEAU. Paris, 1869; 2 livraisons in-8°, texte et planches.

Mémoires et Comptes rendus de la Société des Sciences médicales de Lyon, t. VIII; 1868, avril à décembre. Lyon et Paris, 1869; in-8°.

Études chimiques, optiques et cristallographiques sur les sels de thallium; par MM. LAMY *et* DES CLOIZEAUX. Paris, sans date; in-8° avec planches.

Des ferments organisés, de leur origine, etc.; Thèse par M. J.-E. DUVAL. Versailles, 1869; in-4°.

Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg,

7e série, t. XII, nos 4 et 5; t. XIII, nos 1, 2, 3, 5, 6, 7. Saint-Pétersbourg, 1868-1869; 8 livraisons in-4° avec planches.

Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg, t. XIII, nos 4 et 5. Saint-Pétersbourg, 1869; 2 livraisons in-4°.

Astronomical... *Observations astronomiques, magnétiques et météorologiques faites à l'Observatoire royal de Greenwich pendant l'année* 1866. Londres, 1868; in-4° relié.

Catalogue... *Catalogue de Mémoires scientifiques*, 1800-1863, *compilé et publié par la Société royale de Londres*, t. II. Londres, 1868; in-4° relié.

The... *Flore et faune de la période silurienne, avec additions d'après des acquisitions récentes; par* M. John-J. BIGSBY. Londres, 1868; in-4° cartonné.

Materials... *Matériaux pour une faune et une flore de Swansea et du voisinage; par* M. L.-W. DILLWYN. Swansea, 1848; in-8°.

Proceedings... *Procès-verbaux de la Société royale de Londres*, t. XVI, nos 101 à 104; t. XVII, nos 105 à 108. Londres, 1869; 8 liv. in-8°.

Philosophical... *Transactions philosophiques de la Société royale de Londres*, t. CLVIII, 1re et 2e parties. Londres, 1868 et 1869; 2 vol. in-4°.

The... *Société royale. Liste des Membres au* 30 *novembre* 1868. Londres, 1869; in-4°.

Outline... *Esquisse d'une théorie des cyclodes, famille particulière d'enveloppantes au cercle; par* M. J. SYLVESTER. Londres, 1869; br. in-8°.

Apontamentos... *Notes géologiques; par* M. G.-S. CAPANEMA. Rio-de-Janeiro, 1868; in-12.

La musica... *La musique, science et art; par* M. G. PRIVITERA, fascicules 5 et 6. Sans lieu ni date; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 12 juillet 1869.)

Page 98, ligne 9, *au lieu de* $2C^6H^8O^2 = \ldots$, *lisez* $3C^6H^8O^2$.

Page 105, ligne 8, *au lieu de* soggiugnerò, *lisez* soggiungnerò.

Page 105, signature du Directeur de la Bibliothèque Nationale, *au lieu de* GRANESTINI, *lisez* G. CANESTRINI.

Page 141, ligne 13, *au lieu de* ne peut pas même être engendré, *lisez* ne peut pas être engendré.

Page 141, ligne 26, *au lieu de* est inadmissible, *lisez* est inamissible.

(Séance du 19 juillet 1869.)

Page 183, ligne 28, le Mémoire de *M. Mirault* est destiné, non pas au concours des prix de Médecine et de Chirurgie, mais au concours du prix Barbier.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 AOUT 1869.

PRÉSIDENCE DE M. DELAUNAY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

« **M. Chevreul**, après l'approbation donnée au procès-verbal de la dernière séance et à propos du Compte rendu qui en a été publié, demande à l'Académie qu'elle veuille bien admettre l'insertion au prochain *Compte rendu* des observations suivantes, portant sur deux points distincts :

» Le *premier* est la part qu'il a prise, comme Président, à la discussion relative à l'authenticité d'écrits concernant la découverte des lois de l'attraction par Pascal;

» Le *second* est la raison du silence qu'il a gardé relativement à cette discussion depuis qu'il a eu quitté la présidence de l'Académie, le 6 de janvier 1868.

» Premier point. — Après avoir reproduit un passage du *Compte rendu* de la séance du 8 de juillet 1867 commençant par ces mots : « A la suite » de la Communication de M. Chasles, M. le Président demande à son » confrère s'il lui conviendrait, sans attendre qu'un travail dont il a parlé » il y a quelque temps, concernant la découverte des lois de l'attraction » par Pascal, soit achevé,....., » M. Balard ajoute (dernier *Compte rendu*, p. 235) : « Certes, M. Chasles doit reconnaître aujourd'hui combien il est » fâcheux qu'il ait répondu à cette invitation que M. Chevreul lui adressait, » en sa qualité de Président, dans le but évident d'augmenter l'intérêt des

» séances de l'Académie. » Puisqu'en mon absence mon nom a été prononcé dans la dernière séance de l'Académie, il m'est impossible de ne pas faire connaître la vérité, quant à la part que j'ai prise à un débat dont l'origine remonte à l'époque où j'avais l'honneur de présider l'Académie.

» Quelques jours avant la séance publique de l'Académie des Sciences qui se tint le 11 de mars 1867, sous la présidence de M. Laugier, le Bureau et la Commission administrative s'étaient réunis pour entendre la lecture d'une *Notice sur la Lune;* son auteur, M. Delaunay, y rappelait l'anecdote classique de la pomme qui, tombant de l'arbre à terre, avait été le point de départ des méditations de Newton sur la cause de la pesanteur. A cette occasion, M. Chasles fit la remarque qu'il avait en sa possession les preuves écrites que la découverte des lois de l'attraction appartenait, non au savant anglais, mais au français Pascal; vivement ému par ces paroles, j'insistai auprès de mon honorable confrère pour qu'il voulût bien mettre un si grand fait le plus tôt possible à la connaissance du public. Avec le goût si vif que j'ai toujours eu pour l'histoire en général, et pour celle des sciences en particulier, doit-on s'étonner que je renouvelasse ma demande lorsque, sous ma présidence à l'Académie, le 8 de juillet 1867, M. Chasles vint lire une *Note historique sur l'établissement des Académies* (en France)? L'occasion était trop naturelle pour la manquer, excité que j'étais par le double désir de connaître une vérité, en effaçant une vieille erreur; si les lignes que j'ai citées plus haut de M. Balard font allusion à cette pensée, il a eu parfaite raison de les écrire.

» Les premières Communications faites par M. Chasles, des Pièces manuscrites à l'appui de son opinion, donnèrent lieu à des débats qui eurent pour conséquence la nomination d'une Commission. Sans entrer dans les détails, il me suffit de rappeler qu'elle fut arrêtée, à son début même, par la double condition que mit un de ses Membres à son acceptation : c'est que le possesseur des Pièces en ferait connaître l'origine à la Commission, et qu'une fois entre ses mains, s'il en survenait de nouvelles, elles ne seraient admises qu'après un examen fait par elle. Ces conditions n'ayant pas été acceptées, la Commission fut dissoute de fait, et je crus dans l'intérêt de la vérité de déclarer à l'Académie mon incapacité en matière d'expertise d'écriture.

» Tant que j'ai eu l'honneur de présider l'Académie, je ne me suis jamais écarté du devoir de n'intervenir dans aucune discussion entre confrères, autrement qu'en maintenant la liberté de la parole dans les limites du Règlement. Mais depuis 1868 je n'occupe plus le fauteuil, et en mon absence on a parlé de mon opinion : dès lors, avec ma conviction de la gravité de la

discussion qui s'agite au sein de l'Académie, et avec celle de n'avoir jamais en toute chose écouté l'intérêt personnel, j'avouerai avoir partagé l'opinion de M. Le Verrier, lorsqu'il mettait comme condition à son acceptation de Membre de la Commission la connaissance aussi détaillée que possible de tous les faits relatifs à l'origine des Pièces dont il fallait apprécier l'authenticité. Le nombre, la variété et la vivacité des débats n'ont point affaibli une opinion que je manifeste aujourd'hui publiquement pour la première fois.

» SECOND POINT. — *Deux causes* m'ont déterminé à garder un silence qui n'est rompu, en ce moment, que parce que mon nom a été cité dans le dernier *Compte rendu*, lorsqu'un devoir m'avait obligé de quitter l'Académie avant la fin de sa séance.

» La *première cause* est mon respect pour l'Académie, qui m'impose le devoir de ne prendre la parole que pour l'entretenir de pensées relatives à des choses que j'ai étudiées.

» La *seconde* est l'estime profonde et la bien vive affection que je porte à mon honorable confrère M. Chasles.

» Puisqu'on a dit, dans la dernière séance, que je ne partage pas son opinion sur l'authenticité d'écrits qu'il possède, incapable de nier la vérité en quoi que se soit, *je reconnais qu'on a dit vrai;* mais si je prononce ces mots devant l'Académie, mon honoré confrère verra que ce n'est pas spontanément : aussi réclamé-je de sa part, au nom d'une sincère amitié, un sentiment de tolérance pour une opinion d'un bien faible poids sans doute à l'égard du public. Liberté et tolérance sont les conditions de toute société honnête et éclairée : en l'invoquant pour moi en ce moment, qu'il me soit permis de dire que, si ma vie a été consacrée à la science, je n'ai jamais cessé de mettre l'honnêteté bien au-dessus d'elle, et cette préférence explique pourquoi j'ai écrit ces lignes. »

A la suite de cette lecture, **M. Chasles** demande la parole et s'exprime ainsi :

« C'est dans les premiers jours de mars 1867 que j'ai été amené à dire quelques mots des Documents historiques que je possède. Notre confrère M. Delaunay lisait devant la Commission administrative le Discours qu'il devait prononcer quelques jours après, le 11 mars, dans la séance annuelle de l'Académie, de 1866. Ce Discours avait pour sujet *la Lune, son importance en astronomie*. Les travaux de Newton, la découverte des principes de l'attraction, devenus la base de toute la Mécanique céleste, tenaient une grande place naturellement dans ce beau travail. J'étais alors déjà édifié sur l'impor-

tance de mes Documents, dont je différais de parler parce que divers travaux exigeaient tous mes soins. Je n'avais nullement le désir, dans le moment, d'en entretenir mes confrères, cependant j'éprouvais une certaine perplexité. Je craignais que si quelque circonstance, telle que quelque allusion à mes Documents, partie du dehors, me donnait lieu d'en parler, M. Delaunay et mes collègues de la Commission ne se crussent fondés à me reprocher d'avoir gardé le silence sur des faits historiques si importants et qui ne laissaient aucun nuage dans mon esprit. C'est ainsi que j'ai cru de mon devoir d'exprimer mes doutes sur certains faits de la jeunesse de Newton, qui ne se trouvent que dans les biographies récentes, et non dans l'article très-étendu du Dictionnaire de Chauffepié, article composé par Des Maizeaux, non plus que dans l'éloge de Fontenelle. Je citai notamment l'anecdote de la chute d'une pomme qui aurait été l'inspiration et l'origine des grands travaux de Newton; je dis que Pemberton lui-même n'en parlait pas. Voilà à quoi je bornai mes observations.

» Depuis ce moment, notre vénéré confrère M. Chevreul, qui m'a toujours témoigné une bienveillance affectueuse dont je lui garde une profonde reconnaissance, m'a plusieurs fois rappelé la promesse que j'avais pu faire dans cette séance de la Commission administrative. « Et Newton? » me disait-il. « Cela viendra, soyez tranquille », répondais-je. Effectivement, une circonstance imprévue s'est présentée, par suite d'une courte Communication que j'ai faite dans la séance du 8 juillet 1867, sur l'*Établissement des Académies*, qui aurait été conseillée au Cardinal de Richelieu par Rotrou. Et c'est quelques jours après que la question de Pascal et Newton a pris naissance, comme vient de le rappeler M. Chevreul. Mais que notre illustre confrère veuille bien me permettre de préciser un point de la polémique qui s'en est suivie; car tel est le seul motif qui m'a fait prendre la parole.

» M. Chevreul parle de la *condition d'acceptation* d'un des Membres de la Commission et revient sur cette *condition;* et l'on pourrait croire, dès lors, que la Commission n'a pas fonctionné; ce serait une erreur grave. Il y a ici, ce me semble, une interprétation qui présente du vague, et non une reproduction précise du fait même qui s'est passé. C'est en séance de l'Académie, et non au sein de la Commission, dont le Rapport convenu venait d'être fait fidèlement par mon organe, qu'un Membre, M. Le Verrier, a pris la parole et m'a adressé une demande. C'est ce que j'ai dit nettement dans notre dernière séance (*Comptes rendus*, p. 230); et c'est ce qu'il m'importe de constater ici. Je dois croire, d'après une parole toute approbative de M. Chevreul, qu'il reconnaît ce fait. Et c'est une rectification dans ce sens,

au récit de notre vénéré confrère, que je sollicite de son esprit de justice pour tous.

» Qu'on me permette une réflexion. Dois-je regretter, nonobstant les discussions pénibles qui s'en sont suivies, depuis deux ans, d'avoir dit quelques mots de mes Documents, dans le Comité de lecture du Discours de M. Delaunay? Non; car si j'avais gardé le silence, mes adversaires, dont tout le système consiste dans des suppositions et des interprétations arbitraires, ne diraient-ils pas que je ne possédais pas alors mes Documents? »

M. Chevreul ajoute : « Je me plais à reconnaître que mon honorable confrère a parfaitement raison, mais je ne vois rien dans ce que j'ai écrit et lu qui soit en contradiction avec la remarque de M. Chasles. »

M. Balard, obligé de s'absenter quelques jours, écrit à M. le Président pour le prier de lui réserver la parole : il se propose de répondre à M. Le Verrier dans la séance prochaine.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Remarques sur la Lecture faite par* M. Le Verrier *dans la dernière séance; par* **M. Chasles**.

I.

« M. Le Verrier termine sa Communication générale par ces mots : « La » science et l'Académie ont droit à ce que les représentants vivants de cette » spéculation soient connus. » (*Comptes rendus*, p. 226.)

» Je suis le représentant vivant des Documents que je possède. Et c'est comme tel, que j'en ait dit le contenu; que j'ai offert de les montrer à qui voudrait les voir; que j'ai confié à qui l'a voulu les Pièces dont on faisait choix, et dont on a fait usage; que j'ai envoyé à l'étranger les photographies complètes de celles dont on me demandait des *fac-simile;* et enfin que j'ai pris l'engagement vis-à-vis de l'Académie, comme à l'égard de Sir David Brewster, de publier ces Documents.

» Ai-je ainsi méconnu les droits de la science? Ai-je donné le droit à qui que ce soit, à M. Le Verrier notamment, de m'imposer des devoirs insolites et injurieux?

» N'est-ce pas cette publication à laquelle M. Le Verrier, comme représentant de Newton, ainsi qu'il l'a dit et répété nettement, VEUT S'OPPOSER?

» Eh bien! c'est cette publication qui a entretenu ma persévérance, et je puis dire ma sérénité dans cette polémique aveugle et passionnée, dégé-

nérée en injures, dont la honte sera ma vengeance; car, je le répète, ces Documents, dont j'ai dit l'origine première, sont parfaitement authentiques.

» C'est leur contenu qu'il faut juger; c'est l'œuvre complète de chaque auteur, de Pascal, de Galilée, de Montesquieu, du Roi Louis XIV, et d'autres, dans leurs milliers de Lettres, qu'il faut connaître; c'est l'accord de tant d'écrits divers qu'il faut scruter, et devant lequel toutes les préventions disparaîtront. Toutes ces preuves morales auxquelles se joindront les preuves calligraphiques, matérielles et autres, pour le plus grand nombre de ces milliers de Pièces, soit originales, soit en copies anciennes, ou même du siècle dernier, copies qui souvent sont des doubles des originaux que je possède : toutes ces preuves, dis-je, qui ont fait ma sécurité, confirmeront d'une manière éclatante l'authenticité des Documents; et personne, j'en ai la conviction, ne voudra faire abstraction, dans l'histoire des découvertes scientifiques du XVIIe siècle, des Pièces même dont il ne se trouvera que des copies.

II.

» Je passe aux développements que M. Le Verrier a ajoutés à sa Communication principale, sous le titre de *Réponse à M. Balard et à M. Chasles.* Je vais en signaler seulement quelques points, qui vont démasquer les sentiments qui égarent M. Le Verrier

« M. Chasles, dit-il, s'écrie qu'on l'attaque et que la dernière parole doit » être réservée au droit sacré de la défense. J'accepte le principe. Mais » n'est-ce pas Newton qu'on attaque; et ne suis-je pas le défenseur de » Newton? » *Je suis Newton,* a dit encore en propres termes M. Le Verrier: *Ah! vous êtes Newton!* me suis-je écrié. Ainsi voilà le droit de M. Le Verrier à attaquer pendant des heures et des séances entières, et à avoir toujours la parole le dernier. A quel diapason se sont élevées de telles prétentions!

III.

« La Commission, dit M. Le Verrier, demandait, le 19 août, à M. Chasles, » de faire connaître l'origine immédiate de ses Documents » (p. 242).

» Lorsque M. Le Verrier a prononcé cette phrase, je l'ai interrompu vivement, j'ai dit que *cela était faux;* que la Commission avait été nommée pour entendre les éclaircissements proposés par M. Faugère, et qu'on ne s'y était occupé que des écritures de Pascal et de ses deux sœurs. J'ai ajouté expressément que c'était après la séparation de la Commission dont les Membres se rendaient à la séance, que, dans une conversation particulière avec M. Faugère, en dehors du cabinet où avait tenu la Commission, M. Fau-

gère m'avait demandé de qui je tenais mes Documents (épisode que j'ai rapporté, comme on le sait, dans notre séance du 14 octobre 1867).

» Voilà exactement ce que j'ai dit lundi dernier, et c'est à quoi s'appliquent sans doute ces paroles de M. Le Verrier : « J'entends M. Chasles protester contre l'exactitude de ces affirmations, et je m'en étonne. On les a » répétées cent fois devant l'Académie, sans que M. Chasles ait réclamé. » M. Chevreul et M. Decaisne, Membres de la Commission, savent que » c'est en raison de ces causes qu'elle s'est séparée. »

» Je ne sais ce que M. Chevreul et M. Decaisne ont pu dire à M. Le Verrier; mais j'affirme de nouveau que, dans la Commission, il ne m'a été fait aucune demande sur la provenance de mes Documents; qu'en séance, immédiatement après, j'ai fait connaître les déclarations de M. Faugère sur les écritures de Pascal et de ses sœurs, et que je n'ai eu aucune conversation ni avec M. Chevreul, ni avec M. Decaisne.

» M. Le Verrier ajoute : « Il est trop tard aujourd'hui pour protester » qu'on n'a point adressé à la Commission des refus compromettants » qui l'ont obligée à se séparer. » Je déclare de nouveau que cette assertion, dont du reste il n'y a aucune trace dans le *Compte rendu* de la séance, est absolument contraire à la vérité, et que ce n'est que dans une conversation particulière avec M. Faugère seul, dans le couloir des cabinets, qu'il me demanda, comme je viens de le dire ci-dessus, de qui je tenais mes Documents. La COMMISSION ne m'a fait aucune demande, ni en Commission, ni en séance publique. M. Le Verrier SEUL a dit ce qu'il a voulu. Voilà la vérité, substituée aux affirmations de M. Le Verrier.

IV.

» Je ne puis suivre M. Le Verrier dans toutes ses affirmations sur d'autres points, notamment sur celles qui reposent sur les dissertations de M. Faugère. J'ai réfuté sans réplique tous les raisonnements de M. Faugère. Et quant à ses jugements sur l'écriture de quelques pièces, je ne les ai point discutés calligraphiquement, me bornant à montrer ces pièces à qui voudrait les voir. J'ai réuni un certain nombre de Lettres et Notes de Pascal, de celles que je considère comme n'étant pas des copies, mais de la main de Pascal; et je suis heureux de pouvoir les offrir à l'Académie. J'appelle sur ces Pièces toutes les vérifications de toute espèce que l'Académie jugera utiles.

» Je comprends dans ces Pièces le brouillon de la Lettre de Pascal à Fermat sur lequel une main étrangère a écrit deux fois le mot *m'initia*, au

lieu de *me donna*; et en outre la Lettre de Pascal à Jacqueline, du 24 novembre 1654, sur sa vision, dont je possède aussi la minute, de la main de Pascal. J'y joins un exemplaire de cette grande Pièce in-folio, appelée l'*Amulette de Pascal*, destinée à rappeler à sa mémoire et sa vision et sa promesse de renoncer au monde perverti. J'offre aussi à l'Académie l'original de la Lettre de Pascal à la reine Christine que j'avais citée dans la séance du 2 septembre 1867, et que M. Faugère a dit être copiée de l'éloge de Descartes par Thomas.

» Toutes ces Pièces offriront de l'intérêt à qui n'est pas insensible à la gloire de Pascal, à la gloire de notre XVIIe siècle. Une partie des Notes relatives à l'attraction, celles que j'ai produites dès le 15 juillet 1867, portent cette annotation : *A translater en latin*, qui se retrouvera du reste sur bien d'autres pièces, et dont je signale dès ce moment l'écriture à M. Le Verrier.

V.

» J'ai déposé sur le bureau dans notre séance du 19 juillet, et offert à l'Académie cinq copies de la Lettre de Galilée du 5 novembre 1639. J'ai envoyé à Florence une photographie de celle de ces Pièces que j'ai pu considérer comme étant l'original. M. Le Verrier proteste contre cette Pièce, parce que le faussaire aurait su que j'avais envoyé le 3 mai une photographie d'une première Lettre, et se serait mis à l'œuvre alors pour réparer mon imprudence. Il ajoute que « le 10 juillet ON connaissait depuis dix-huit » jours à Paris que la première Pièce était fausse. » Je m'indigne de cette insinuation, d'intention calomnieuse, reposant sur un *on* anonyme. M. Le Verrier parle des Pièces qu'on fabrique par milliers pour en tirer un profit illicite; mais précisément ces Pièces fabriquées par milliers n'auraient aucune valeur. Il a dit à la séance qu'on avait des exemples de pareilles fabrications. Je l'ai invité à citer un seul exemple d'une telle fabrique, sur cette échelle bien entendu. Il garde le silence. Il se réserve sans doute de juger le mérite littéraire et historique, de même que le mérite scientifique des deux ou trois mille Lettres de Galilée; de celles presque aussi nombreuses de Pascal, de Louis XIV, de Montesquieu, etc. C'est la tâche qui incombe à chacun de mes adversaires, à M. Le Verrier notamment, qui s'est fait leur écho; j'espère qu'il s'en acquittera.

VI.

» J'ai déposé entre les mains de M. Roulin, comme je l'ai dit (*Comptes rendus*, p. 231), la minute même de Louis XIV de sa Notice sur Galilée, pour

être jointe à la copie de cette Pièce. On pourra juger de l'écriture que je regarde comme étant celle de Louis XIV. J'ajouterai qu'il est question de cette Notice dans plusieurs Lettres, entre autres dans une Lettre de Montesquieu à Mazzuchelli, dont je prie l'Académie de me permettre de donner lecture. Je me rappelle que dans une autre Lettre il est dit que Louis XIV avait fait lui-même une copie de cette Notice indépendamment de sa minute. Cette copie, je la possède aussi. La voici.

» Je vois dans le *Compte rendu* que M. Le Verrier regarde la Notice de Cassini sur Galilée comme étant l'œuvre d'un faussaire. A ce sujet voici des Lettres de Cassini au Roi, relatives à cette Notice, dont il envoie une copie. »

LETTRE DE MONTESQUIEU.

Ce 2 décembre.

Monsieur le Comte,

J'ai reçu votre aimable lettre par laquelle vous me priez de vous faire connoitre certains documens dont je vous ai parlé, qui se trouvent dans le cabinet d'une personne de mes amis. Je ne vous ai pas répondu de suite. J'attendois de faire un voyage à Paris, où je suis en ce moment. J'ai en effet parlé de vous à cette personne qui consentira à mettre tous les documens qu'elle possède à votre disposition, si vous vous rendez à Paris. Ce sera même pour elle une grande satisfaction de pouvoir vous être agréable. Ainsi venez donc le plutôt qu'il vous sera possible. Je desir que ce soit bientôt. Car je serois bien aise de vous y voir. Je me rappelle vous avoir dit qu'en effet, le roi Louis le grand, qui avoit une grande vénération pour Galilée, avait assemblé dans son cabinet particulier tous les documens qu'il avoit pu retrouver de cet illustre astronome, et qu'il s'étoit même amusé dans son loisir de tracer de sa main une notice sur ce grand génie, laquelle notice se trouve dans le cabinet en question. Elle vous sera communiquée avec une autre, faite par le soin de Cassini sous la recommandation de ce monarque. Je veux bien vous informer cependant que ces Notices ont déjà été communiquées à plusieurs personnes qui comme vous, traitent de biographie. Je vous citerai entre autre M. Chaudon, et M. Sanseverino, un de vos compatriotes. Je ne vous dis rien de plus. En attendant le plaisir de vous voir, je suis, Monsieur le Comte, votre très-affectionné.

MONTESQUIEU.

A monsieur le comte de Mazzuchelli.

LETTRES DE CASSINI.

Au Roy.

Ce 16 juillet.

Sire,

Selon le desir que me temoigne Votre Majesté, je luy envoye une première ébauche de la Notice concernant la vie et les ouvrages de Galilée, et je prie Votre dite Majesté de la prendre en considération et de me faire part de son avis. Je conserve encore devers moy tous les documens que Votre Majesté m'a confié à cette fin, pensant bien que j'auray encore besoin dy recourir pour parfaire cette notice. Car je le repette, ce que j'ai l'honneur de soumettre

en ce moment au discernement de Votre Majesté n'est qu'une première ébauche que j'avois préparée, et donc j'ay fait faire une copie. Or j'attens de Votre Majesté une réponse avec impatience. Sire je suis avec le plus profond respect

de Votre Majesté,

Le très-humble, très-dévoué et très-obéissant serviteur

CASSINI.

Au Roy.

Sire,

Ma mauvaise santé ne m'a pas permis d'achever encore, comme je le désirois, la Notice sur l'illustre Galilée que m'a commandé de faire votre majesté. Je n'ai qu'un brouillon informe que j'ay fait faire, n'ayant pu l'exécuter moi-même à cause de la foiblesse de ma vue. J'envoye donc cette notice telle qn'elle est à Votre dite Majesté, pour qu'elle puisse en prendre connoissance, et je vous prie, Sire, de la prendre en considération. Sur ce, je suis avec un profond respect,

de Votre Majesté,

Le très-humble, très-dévoué et très-obéissant serviteur

Ce 12 juillet. CASSINI.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Courte observation relative à la Note de* M. Duhamel; *par* **M. CHASLES.**

« M. Duhamel déclare « qu'il est impossible que la Lettre du 2 janvier » 1641, attribuée à Galilée, soit de lui, et que l'on doit en dire autant de » toutes celles que l'on regarde comme faisant corps avec elle. »

» Il se fonde sur ce que Galilée y dit que « l'on peut reconnaître qu'une » force centripète en raison inverse du carré des distances fait mouvoir » une planète dans une ellipse ayant son foyer au centre d'action, et de » telle sorte que le rayon vecteur décrive des aires proportionnelles aux » temps. »

» M. Duhamel ajoute : « Par quels raisonnements Galilée aurait-il donc » pu démontrer que la loi des aires résulterait d'une force en raison inverse » du carré des distances ? »

» J'avoue que je n'ai pas compris ce que M. Duhamel trouve à reprendre dans l'énoncé de Galilée. Veut-il bien préciser sa pensée et le défaut qu'il voit dans cette proposition ?

» Les explications de notre confrère me paraissent porter sur ce que Galilée parlerait ici d'une manière générale de l'attraction en raison inverse du carré de la distance, sans dire formellement qu'il s'agit de la gravitation vers un point fixe, tel que le centre du Soleil. Mais il me semble que la mention d'une force *centripète* implique cette idée de la gravitation vers un

point fixe, qui du reste est l'hypothèse ou plutôt le sujet même sur lequel roulent les très-nombreuses Lettres ou simples Notes échangées entre Galilée et le jeune Pascal, sur cette question des lois du mouvement des planètes.

» Je ne vois donc pas encore que la proposition incriminée offre le moindre indice de fausseté des Lettres attribuées à Galilée, Lettres scientifiques ou toutes autres. »

« **M. Duhamel** déclare qu'il maintient purement et simplement sa Note, telle qu'elle a été insérée au *Compte rendu*, sans y rien modifier. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations relatives à une Communication récente de* M. Lockyer. Lettre du **P. Secchi** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Rome, ce 30 juillet 1869.

» Absent de l'Observatoire pendant quelques jours, c'est seulement hier que j'ai eu connaissance de la Note de M. Lockyer, insérée dans les *Comptes rendus* du 12 juillet. Dans cette Note, M. Lockyer représente mes résultats sur la constitution du Soleil comme *très-opposés aux siens*, mais il avoue en même temps que *je ne combats pas sa théorie;* il en conclut que *je n'ai pas connaissance des Mémoires présentés par lui* à la Société Royale. Pour bien juger de cette divergence, il faut séparer deux choses, les faits et les hypothèses. 1° M. Lockyer conteste des faits observés par moi : je ferai donc voir quelle est la cause pour laquelle il n'a pas pu les vérifier; 2° il expose une théorie sur laquelle nous sommes partiellement d'accord, et que je rejette en partie; mais ce point est tout à fait secondaire pour moi. Pour ce qui regarde ses travaux, j'avoue que je n'ai connaissance que de ceux qui ont été publiés dans les *Comptes rendus* ou dans *les Mondes*. Ces derniers sont sans doute des extraits bien imparfaits, et les énonciations sont si vagues et si générales qu'elles se prêtent à toute interprétation, et établiraient la priorité de toute découverte possible. Que conclure, par exemple, de ces expressions que, sous certaines conditions, on voit telle ou telle chose (p. 122, premier et deuxième alinéa)? Il faut établir nettement ces conditions, car tout reste possible. Ainsi, lorsque M. Lockyer affirme m'avoir précédé dans les observations des injections de magnésium, on ne peut pas dire *jusqu'à quel point* cela est exact, car je ne trouve pas encore publiés régulièrement les détails de son observation, et, du reste, *j'ai clairement vu et démontré que seulement une ligne du magnésium est renversée, et que l'autre ligne brillante occupe l'es-*

pace intermédiaire des deux plus voisines. Ce sont des faits capitaux dans notre sujet, qu'on ne peut pas énoncer d'une manière aussi vague que le fait M. Lockyer. Il est donc grandement à désirer que M. Lockyer communique ses résultats avec plus de détails, pour établir ses droits sur ce point et sur les autres.

» Venons maintenant aux faits qu'il met en doute. Il conteste d'abord ce que j'ai dit sur la couche à spectre continu que j'ai vue dans le Soleil, entre le bord et la chromosphère; et, dans sa critique, il mêle des idées théoriques que je n'accepte pas. Quant au fait, je l'ai assez souvent vu et revu pour n'en pouvoir pas douter; j'ai même détaillé toutes les circonstances dans lesquelles il se manifeste et *les précautions* à employer pour le voir, de sorte que je n'ai aucun doute, et je n'ai pas à revenir sur ce point. Dans cette matière, une observation négative ne fait pas autorité, et ce sont ces résultats négatifs qui ont tant retardé la découverte de ces phénomènes si faciles à voir.

» M. Lockyer rejette son insuccès sur la petitesse de mon instrument : dans une autre question parallèle à celle-ci, on a aussi commencé par cette objection, mais on a fini par admettre le résultat : il en sera ainsi de la présente; car un spectroscope qui fait voir *toutes* les raies de Kirchhoff, et qui possède une telle dispersion et une telle force réfractive, que le rayon sorti des trois prismes est parallèle au rayon entrant, un instrument auquel on peut appliquer de plus un prisme à vision directe de la force de deux autres prismes, de manière à en faire en réalité un instrument à cinq prismes, ne me paraît pas un instrument faible pour cette espèce de recherches.

» Je crois, au contraire, que le défaut est du côté de M. Lockyer. Je ne connais pas en détail sa manière d'observer, ni son instrument, mais il me semble, par la description de ses résultats, qu'il ne grossit pas, ou qu'il grossit peu l'image du Soleil. Dans ce cas, il est évident qu'il ne pourra pas séparer la lumière de la couche en question de la lumière de couches qui l'environnent, car cette couche aura à peine l'épaisseur de la largeur de la fente dans l'image directe d'une lunette de neuf pouces, comme la mienne. Au contraire, avec mon système d'observation, en grossissant convenablement l'image directe, on donne plus de largeur à la couche, et il devient possible de la séparer des autres.

» Je crois encore que M. Lockyer se méprend, lorsqu'il dit que mon instrument est incapable d'élargir la raie F à la base, et que cette méprise tient à la même cause, la petitesse de son image directe. En effet, en employant l'image directe, j'ai vu la raie F très-brillante et en forme de fer de

lance, et en ouvrant un peu la fente on voyait toute la protubérance, et on relevait son contour ordinairement conique. Mais ces apparences s'évanouissent en grossissant l'image solaire, car la protubérance acquiert alors une hauteur linéaire plus grande, et une largeur qui surpasse plusieurs fois la largeur de la fente.

» M. Lockyer insiste beaucoup sur l'élargissement de cette raie F à la base, mais j'ai des doutes sur l'importance qu'il lui attribue. En effet, les lignes lumineuses F, C, ou autres que nous voyons, ne sont pas des objets réels : elles sont seulement l'image de la fente éclairée par la lumière d'une certaine réfrangibilité. Cette image doit, pour une lumière homogène, être terminée par deux lignes parallèles, lorsque l'image de la protubérance a une largeur supérieure à la largeur de la fente. C'est réellement ce que je vois habituellement, car la raie F se présente avec une longueur apparente de 1 à 2 centimètres (1) : elle traverse parfois toute la largeur du spectre. Cette ligne est toujours terminée par une pointe effilée, comme les autres raies C et D_3. S'il y a donc une dilatation à sa base, elle peut provenir de deux causes : 1° d'une irradiation, due à la vivacité de la lumière, qui y produit une expansion apparente ; 2° d'une différence de réfrangibilité, qui, ajoutant de nouveaux rayons à droite et à gauche de la raie, l'élargit aussi. Ces deux causes sont également possibles et probables, et il reste à trouver la véritable.

» C'est d'abord un fait bien constaté que l'intensité de la lumière des protubérances n'est pas toujours la même et que l'irradiation est parfois assez forte pour donner à la raie C la forme de coin paraissant plus dilatée là où elle est plus vive : mais, en mettant soigneusement au point focal de vision la fente, et surtout en amplifiant l'image de la protubérance, comme je le fais habituellement, on trouve toujours une portion rectiligne terminée par une pointe. Et s'il y a un nuage suspendu, on voit nettement le milieu du nuage rectiligne et les extrémités en pointe effilée. Cette pointe, du reste, peut bien s'expliquer, soit par la densité du nuage, soit par l'intensité de la lumière.

» Je crois donc que, si M. Lockyer grossit convenablement ses images, il verra disparaître ces courbures desquelles il tire beaucoup de conclusions, qui sont pour cette raison au moins douteuses,

(1) Cette manière d'énoncer la grandeur apparente est sans doute vulgaire, mais elle est assez commode pour donner une idée de la grandeur du phénomène observé.

et qui pourraient bien être, ou un effet de la forme même de la protubérance qui serait plus étroite que la fente elle-même, ou un effet d'irradiation.

» M. Lockyer continue ses objections par des considérations théoriques, et dit que, *si la chromosphère était suspendue à une certaine distance de la photosphère, nous ne pourrions trouver un élargissement dû à la pression.* J'avoue que je ne vois pas la légitimité de cette conclusion; car, même en admettant la chromosphère suspendue, elle devrait toujours suivre la loi du décroissement de densité que subit l'atmosphère solaire dans laquelle elle nage. Il faut bien remarquer que cette structure des masses suspendues dans une atmosphère ne résulte pas des observations spectroscopiques, mais bien des observations des éclipses; et il est impossible d'admettre que ces nuages ou ces colonnes inclinées puissent rester suspendues, sans un milieu qui les supporte et qui soit différent d'elles-mêmes. M. Lockyer, qui n'admet pas ce milieu, où nagent les protubérances, trouve sans doute inadmissibles bien des choses, mais à notre tour nous n'admettons pas son hypothèse, que la *chromosphère soit la dernière couche de l'atmosphère solaire.*

» Mais laissant de côté la théorie et revenant aux faits, il me semble que, pendant que M. Lockyer rejette mes résultats, il vient réellement les appuyer par ses observations. En effet, il dit avoir vu partout de nombreuses émanations de sodium de 1 à 2 secondes, et d'autres métaux, etc. Or je demande comment il a vu ces émanations? Sans doute par le renversement des raies ou par l'absence des raies noires: or c'est là précisément le fait contesté; c'est-à-dire qu'il y a au bord du Soleil un filet très-mince, où un grand nombre de ces raies et parfois toutes les plus faibles disparaissent. M. Lockyer appuie donc mon observation en la combattant, et la seule différence entre nous serait qu'il a eu occasion de voir des phénomènes plus saillants, pendant que j'ai vu des phénomènes plus compliqués. M. Lockyer n'admet pas mes résultats, parce qu'il les croit incompatibles avec la théorie : il ajoute que cela *serait seulement possible si des particules solides et liquides pouvaient être injectées dans la chromosphère.* Nous ne voyons pas cette impossibilité, et d'ailleurs il y a peut-être bien des manières d'interpréter un tel phénomène; du reste, la formation d'une théorie définitive quelconque me paraît prématurée, parce que nous n'avons pas assez de faits encore bien constatés.

» M. Lockyer n'admet pas même ce que j'ai trouvé dans le spectre des taches, et cherche à mettre mes résultats en opposition avec les siens; mais ici nous sommes, en partie au moins, parfaitement d'accord. M. Lockyer dit : *L'élargissement des raies dans le spectre indique clairement, je pense, que la base*

de l'atmosphère est au-dessous des taches et non au-dessus ; je ne peux donc admettre que les affirmations du P. Secchi soient des arguments définitifs contre une partie de la théorie que je viens de rappeler, etc. Autant qu'il m'est possible de comprendre cette phrase, nous ne sommes pas en désaccord ici. En effet, j'ai admis moi-même que, dans les taches, il se produit une absorption plus forte par la raison qu'*étant des cavités remplies de la matière de l'atmosphère transparente du Soleil, elles constituent une couche plus profonde*, ce qui implique bien que la base de l'atmosphère soit au-dessous des taches, comme le veut M. Lockyer. Cela est encore plus clair dans l'hypothèse de Wilson et Herschel, d'après laquelle la photosphère ne serait qu'un brouillard lumineux suspendu dans l'atmosphère transparente, hypothèse que jusqu'ici je juge la plus probable. Du reste, je ne sais pas quelles sont *les affirmations* auxquelles il fait ici allusion, surtout après avoir déclaré que je ne combats pas sa théorie.

» M. Lockyer conteste aussi ma conclusion, que la raie F puisse être composée, car il dit qu'il n'a pas observé les faits que j'ai indiqués. Cela me paraît inconcevable, car lui-même, à la page 122, n° IX, il dit expressément : *lorsque la ligne brillante* (F) *et la ligne noire se trouvaient côte à côte, la dernière était toujours la moins réfrangible.* Or c'est là justement ce que j'ai observé et énoncé de cette manière, que près du bord la ligne brillante ne remplit pas toute la largeur de la ligne noire, mais en laisse une partie noire du côté du rouge. Le fait est au fond le même, et si j'ai pu le constater, malgré sa délicatesse, cela prouve bien que mon instrument n'est pas insuffisant. Si M. Lockyer a vu la raie F renversée, cela n'est pas surprenant, car elle doit se renverser comme la raie C, mais il sera bien difficile de constater le renversement total, car la lumière de la raie F est plus faible que celle de la raie C.

» Du reste, il est difficile de juger des détails de ces observations et de trouver la source des discordances entre les deux observateurs, sans connaître à fond le système d'observation employé par M. Lockyer. S'il ne grossit pas convenablement son image, il pourrait bien se faire que tous ces mouvements et ces changements de réfrangibilité des raies, qu'il dit avoir observés, fussent des illusions. J'ai vu fréquemment des mouvements semblables se traduisant quelquefois par une duplication de la raie, mais je les ai attribués à l'agitation de notre atmosphère, et à la chaleur solaire agissant sur la fente, qui peut bien produire des déviations accidentelles des rayons. Ordinairement, ces phénomènes disparaissent en mettant bien au foyer l'appareil. Cela soit dit cependant sans révoquer en doute les

assertions de cet observateur éminent, mais seulement pour le mettre en garde contre une cause d'illusion qui a d'autant plus d'influence que les images sont plus petites.

» Pour n'être pas trop long, j'omettrai d'autres détails secondaires, et je terminerai par ce qu'il dit sur le spectre observé par moi dans l'intérieur des taches. Ici il ne m'a pas été aussi facile de saisir sa critique, car il dit que « *j'ai décrit des phénomènes très-compliqués, accompagnant* ce spectre *des* » *taches*, » ce qui voudrait dire qu'en réalité les phénomènes sont plus simples : cependant il ajoute « *qu'avec trois prismes*, *la simplicité s'évanouit* » *en grande partie* » : cela me paraît une contradiction; et, du reste, si avec trois prismes j'ai vu des phénomènes compliqués, cela prouve que l'instrument n'est pas mauvais. M. Lockyer paraît contester le fait affirmé par moi, que dans les taches l'intensité relative des différentes parties est notablement altérée, car il dit que, dans les taches, les lignes brillantes sont *aussi variables que dans les autres parties du disque.* Si c'était là le sens de la critique, je devrais vraiment regretter qu'il fût arrivé à ce résultat complétement erroné, et je n'aurais pas une haute opinion de son instrument et de sa méthode d'observation, car cette particularité, découverte par moi, est si saillante, qu'elle a pu être vue par un grand nombre d'observateurs, entre lesquels des astronomes assez distingués. Mais peut-être n'ai-je pas bien saisi le sens de l'objection.

» Du reste, pour le moment, ces recherches sont impraticables dans notre climat, et je me réserve de revenir sur ce sujet, dès que la saison moins brûlante le permettra. »

M. LE SECRÉTAIRE PERPÉTUEL annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de *M. J.-E. Purkinje,* Correspondant de la Section d'Anatomie et Zoologie, décédé le 28 juillet dernier.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de décerner les prix dits *des Arts insalubres*, pour l'année 1869.

MM. Chevreul, Payen, Boussingault, Combes, Peligot réunissent la majorité des suffrages.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de décerner le prix Cuvier, pour l'année 1869.

MM. Milne Edwards, Élie de Beaumont, Daubrée, de Quatrefages, Brongniart réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. L. Aubert adresse un « Huitième Mémoire sur les solides soumis à la flexion. Calcul à l'appui des nouvelles formules ».

(Renvoi à la Commission nommée.)

MM. Milne Edwards et **Fremy** sont adjoints à la Commission nommée pour examiner le travail de *M. Præschel* sur l'étiologie du choléra.

CORRESPONDANCE.

M. Dessaignes, nommé Correspondant pour la Section de Chimie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. A. Gauthier adresse ses remercîments, pour la récompense dont ses travaux ont été l'objet dans la dernière séance publique.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Bulletins de l'Observatoire météorologique de Montsouris (lithographiés).

HYDROGRAPHIE. — *Sur la différence de niveau supposée autrefois entre la mer Rouge et la Méditerranée.* Lettre de **M. Poirée**, Inspecteur général des Ponts et Chaussées en retraite.

» J'ai toujours attaché le plus grand intérêt à l'œuvre du percement de l'isthme de Suez, et je me suis tenu au courant de l'exécution de cette entreprise au moyen des publications de la Compagnie. Bien plus, j'ai voulu connaître les antécédents de cette importante question, et naturellement j'ai consulté le grand ouvrage publié par les ingénieurs qui avaient coopéré à l'expédition d'Égypte.

» En comparant la carte de l'isthme dressée à cette époque (Carte de la

topographie générale, *Pl.* 23), avec celle qui a été dressée en 1866 par la Compagnie, on trouve que le point le plus bas du banc de sel qui occupe le fond du bassin des Lacs amers est à la même place dans les deux cartes, savoir : à la station 119 sur la première, et au kilomètre 104 sur la deuxième.

» Il ne s'agissait plus que de s'assurer si ce point se trouvait à la même hauteur au-dessous d'un niveau commun aux deux nivellements, celui de la haute mer de vive eau à Suez, par exemple; c'est ce que j'ai fait et voici mes calculs :

» 1° *D'après le nivellement de* 1799 (*Histoire naturelle*, t. I, p. 164) :

	p po l		m
Cote du point le plus bas du banc de sel	204.3.2	=	66,353
Cote de la haute mer de vive eau à Suez	150.0.0	=	48,726
Hauteur cherchée	54.3.2	=	17,627

» 2° *D'après le profil géologique de* 1866 :

	m	
Cote du point le plus bas du banc de sel..................	9,658	
Cote de la haute mer de vive eau de Suez, $20^m,00 - 0^m,52$ =	19,480	
		9,822
Différence en moins..........		7,805

» Les deux nivellements présentent donc, *entre deux repères bien déterminés*, la différence considérable de $7^m,805$.

» J'ai cherché à comparer d'autres points du nivellement de 1799, mais je ne crois pas devoir les citer, parce que je ne suis pas assez certain de leur position respective. Je dirai seulement qu'ils ont tous accusé une différence de 7 à 8 mètres avec les derniers nivellements, ce qui suffit pour me confirmer dans l'opinion qu'il y a eu très-probablement une erreur de $7^m,80$, c'est-à-dire de 24 pieds juste, dans le calcul ou le report des ordonnées du nivellement, dans la traversée du bassin des Lacs amers.

» En tenant compte de cette erreur, on trouve :

» 1° *Nivellement de* 1799 :

	p po l		m
Mer Rouge : haute mer de vive eau à Suez..........	150.0.0	=	48,726
Méditerranée : basse mer de vive eau à Tineh.......	180.6.0	=	58,634
	30.6 0		9,908
A défalquer l'erreur ci-dessus..........			7,805
Différence réelle.			2,103

» 2° *Nivellement de 1856 de la Commission internationale* (p. 232 du Rapport) :

Mer Rouge : haute mer de vive eau à Suez	$0^m,52$
Méditerranée : basse mer de vive eau à Tineh....................	2,63
Différence identique.......	2,11

» Il y a donc concordance entre les deux nivellements, et si l'on suppose que les amplitudes de marées sont restées les mêmes, ce qui est très-probable, on trouve pour la différence entre les mers d'équilibre :

» 1° *D'après le nivellement de* 1799 :

Mer d'équilibre de la mer Rouge......... $48^m,726 + \frac{2^m,06}{2} = 49^m,756$

Mer d'équilibre de la Méditerranée.. $58^m,634 - 7^m,805 - \frac{0^m,44}{2} = 50,609$

Différence en plus de la mer d'équilibre de la mer Rouge sur celle de la Méditerranée 0,853

» 2° *D'après le nivellement de* 1856 :

Mer d'équilibre de la mer Rouge..............................	$1^m,55$
» de la Méditerranée..........................	2,41
Différence identique.........	0,86

» J'ai cru devoir conserver les cotes de nivellement des trois époques 1799, 1856, 1866 pour qu'on puisse les vérifier sur les pièces originales. Je les aurais rapportées à un même plan de comparaison, qu'elles auraient donné les mêmes résultats.

» Ainsi donc, il résulte de la comparaison du nivellement de 1799 avec celui de 1856 adopté par la Commission internationale, que la mer d'équilibre de la mer Rouge est de $0^m,86$ supérieure à la mer d'équilibre de la Méditerranée.

» J'ajouterai que ce résultat semblerait être confirmé par ce qui se passe dans le détroit de Gibraltar, où les marées offrent à peu près les mêmes amplitudes que dans le golfe de Suez, et où le niveau moyen de l'océan Atlantique est supérieur de $0^m,80$ au niveau moyen de la Méditerranée.

» Des géologues distingués ont considéré le bassin des Lacs amers comme ayant appartenu à la mer Rouge à une époque antérieure aux temps historiques. J'ai toujours cru, au contraire, que le bassin avait appartenu à la Méditerranée, et voici mes raisons.

» La Méditerranée a occupé tout le Delta et s'étendait probablement jusqu'à la plaine de Suez. Hérodote l'a dit; Arrien et Pline ont partagé son opinion.

» Les amplitudes de marée de cette mer devaient être comme aujourd'hui de 0,20 à 0,40; elles étaient donc très-faibles, et, par suite, les courants de flot et de jusant n'étaient pas capables d'entraîner les matières déposées dans les moments d'étale.

» Les vents d'ouest et de sud-ouest qui faisaient voyager les sables des déserts de la haute Égypte les déposaient au débouché de la vallée du Nil, dans cette partie de la Méditerranée qui correspond aujourd'hui au Serapeum et y ont formé un banc qui, submersible d'abord à toute marée, a fini par devenir insubmersible et même par être surmonté par une dune de sable.

» Ce banc a isolé la partie de cette même mer qui, étant abritée par les monts Awebel et Géneffé, a été préservée de l'envahissement des sables et s'est transformée en un lac, bientôt mis à sec par de fortes évaporations.

» Avant la formation du Serapeum, la plaine de Suez devait donc être, selon moi, la seule langue de terre qui réunissait l'Asie à l'Afrique. Elle devait consister en un terrain tertiaire, contenant des roches et des bancs d'une nature très-résistante.

» La tranchée qui s'ouvre en ce moment, à sec, à travers cette même plaine de Suez, m'a donné raison sur sa composition, et de plus les objets exposés en 1867 par la Compagnie sont venus confirmer mes hypothèses sur le Serapeum et les Lac amers.

» Le plan relief a montré, en effet, que le Serapeum n'a pu être formé que par des sables venant de la vallée du Nil et contournant la montagne de Ghebel Géneffé. Ils ont créé d'abord un banc submersible, puis définitivement une dune, qui a complétement isolé *un golfe de la Méditerranée* appelé aujourd'hui *Bassin des Lacs amers*.

» Le bloc de sel marin exposé à la porte de la galerie d'exposition de l'isthme de Suez, de $2^m,20$ de hauteur, présentant vingt-six couches horizontales superposées, de $0^m,05$ à $0^m,08$ d'épaisseur, démontrait d'une manière positive que les Lacs amers, d'où provenait le bloc, avaient subi, à plusieurs reprises, des alternatives de remplissage et de mise à sec, jusqu'à ce que le Serapeum fût tout à fait insubmersible.

» Si, comme quelques ingénieurs le supposent, les Lacs amers avaient été séparés de la mer Rouge par un soulèvement de la plaine de Suez, il n'y aurait eu qu'une seule mise à sec de ces Lacs et par suite une seule couche

de sel de $0^m,30$ à $0^m,40$ tout au plus, tandis que le dépôt existant a, dit-on, 3 à 4 mètres d'épaisseur.

» Enfin, d'après les plans de 1799 et de 1866, le Bassin des Lacs amers n'est pas dans le prolongement du golfe de Suez, comme cela aurait dû être, s'ils eussent appartenu à la même mer. Et, si l'on consulte le profil géologique joint au plan de 1866, on remarque que les plus grandes profondeurs des Lacs amers existent du côté de la Méditerranée, tandis que les fonds se relèvent, comme une plage, en s'avançant vers la plaine de Suez.

» La prochaine ouverture du canal maritime de l'isthme de Suez, qui va appeler en Égypte un grand nombre de savants et d'ingénieurs de tous les pays, pourra donner lieu à un examen *sur place*, propre à éclairer les questions scientifiques que je viens de soulever, concernant la différence de niveau des deux mers, la composition géologique du Serapeum et de la plaine de Suez, et l'origine du Bassin des Lacs amers. »

« **M. Faye**, en exposant à l'Académie les arguments de M. Poirée, fait remarquer que, d'après les vérifications faites par les Ingénieurs de l'Expédition d'Égypte sur quelques parties de leur nivellement, il y a tout lieu de croire que l'erreur à craindre sur cette opération ne doit pas atteindre $\frac{1}{2}$ pouce par kilomètre (1). D'après cela, l'erreur totale n'irait pas à 50 pouces pour la distance des deux mers, même en supposant, chose peu probable, que les causes d'erreur eussent constamment agi dans le même sens. Une erreur de 4 toises ou de 24 pieds sur le résultat définitif semble donc impossible, et tous ceux qui se sont occupés d'opérations de ce genre en jugeront probablement ainsi. Au contraire, l'origine attribuée à cette discordance singulière par M. l'Inspecteur général Poirée paraîtra parfaitement admissible si l'on se reporte aux difficultés de tout genre dont les Ingénieurs de 1799 ont été assaillis. Après avoir commencé à Suez et poussé leur nivellement jusqu'au milieu des Lacs amers, ils ont été obligés de l'interrompre et de retourner au Caire. Plus tard, un autre groupe d'Ingénieurs a repris le nivellement en partant du Caire et en poussant ses opérations à travers la vallée de Gessé, puis de redescendre à travers les Lacs amers jusqu'au terme du nivellement précédent. Dans cette nouvelle traversée des Lacs amers les nouveaux opérateurs ont été forcés, par des sables mouvants où ils ont perdu plusieurs chameaux, de sortir du bassin et de faire un crochet jusqu'au pied d'une colline voisine pour revenir de là au fond des Lacs retrou-

(1) De Mouqfâr à Sahah-byâr, distance de 4040 mètres, la différence de deux nivellements successifs, faits à titre de vérification, a été de $1\frac{1}{2}$ pouce.

ver les piquets plantés par leurs prédécesseurs. De là des différences de niveau très-brusques s'élevant en somme à 170 pieds; de là aussi la possibilité d'une méprise dans le report des ordonnées, tandis que l'organisation même du personnel sur le terrain, le soin avec lequel les coups de niveau étaient donnés et vérifiés immédiatement, la lecture des mires confiées non à des manœuvres, mais à des Ingénieurs, etc., excluaient la possibilité d'erreurs grossières dans l'opération elle-même.

» Par une coïncidence fatale, c'est précisément cette partie de l'opération qui inspirait le moins de doute aux Ingénieurs, parce que le nivellement s'est trouvé reproduire assez exactement, à l'entrée et à la sortie des Lacs amers, la hauteur des laisses qui marquent plus ou moins nettement le contour supposé de niveau de ces Lacs, hauteur sensiblement égale à celle de la mer Rouge.

» M. Faye ajoute : « J'espère que l'Académie verra avec plaisir l'explication d'une erreur dont on s'est si longtemps préoccupé et qui semblait » laisser comme une tache dans l'immense ensemble des travaux de la célèbre Commission d'Égypte dont mon père a eu l'honneur de faire partie. »

« M. **Élie de Beaumont** exprime des doutes au sujet de l'assimilation des seuils du Serapeum et d'El-Guisr, tranchés pour l'ouverture du canal maritime de Suez, à des amas de sable accumulés par les vents. Le seuil d'El-Guisr est la prolongation directe du désert d'Égypte qui est compris entre le Delta et l'isthme de Suez, et dont le sol n'est pas formé de sable mouvant, mais présente un terrain solide composé de sable et de gravier (1). Sur ce sol graveleux, stabilisé sur les cailloux, on n'éprouve pas les tempêtes de sable qui, dans le désert de Libye, ensevelissent quelquefois des caravanes entières. Si de pareils mouvements de sables avaient lieu ici, ils menaceraient de combler promptement la tranchée du nouveau canal, ainsi qu'on en avait d'abord témoigné la crainte, tandis qu'ils n'ont pas même comblé le canal des Pharaons, dont les traces sont encore visibles. »

ASTRONOMIE. — *Sur le premier bolide du 5 septembre 1868;*
par **M. A. Tissot.**

« Un bolide remarquable par diverses circonstances qui ont accompagné son apparition a été aperçu, dans la soirée du 5 septembre 1868, d'un grand nombre de localités situées en France et en Italie.

---

(1) Russegger, *Reisen in Europa, Asien und Afrika;* t. I, p. 261.

» De Bergame, où il se livre habituellement à l'observation des météores lumineux, M. Zezioli a vu celui qui nous occupe parcourir, en dix-sept secondes, un arc dont les extrémités correspondaient aux positions suivantes : ascension droite 17 degrés, déclinaison boréale 3 degrés; ascension droite 202 degrés, déclinaison boréale 27 degrés. Ces renseignements, qui méritent toute confiance, ont été transmis à M. Denza par M. Schiaparelli. A Trémont (Saône-et-Loire), M. Magnin, pendant qu'il regardait Jupiter, *a eu en même temps la planète et le bolide dans le champ de sa lunette*. Enfin, pour M. Ch. Mugnier à Saulieu (Côte-d'Or) et M. Badiller à Civray-sur-Cher (Indre-et-Loire), le mobile incandescent est passé au zénith.

» Si l'on néglige d'abord les deux dernières indications, qui par leur nature comportent quelque incertitude, on dispose encore de données suffisantes pour la détermination d'un point de la trajectoire du bolide, et celle de deux droites entre lesquelles il est resté en mouvement pendant un temps connu. De là résultent, pour les vitesses par rapport à la Terre et par rapport au Soleil, des *minima* qui sont respectivement de 80 et de 71 kilomètres par seconde. Or, dans le mouvement héliocentrique, une orbite elliptique, ou même parabolique, supposerait, relativement au Soleil, une vitesse moindre que 42 kilomètres. Il est donc hors de doute que, par rapport à cet astre, la trajectoire est une hyperbole.

» En joignant, aux données dont nous venons de faire usage, celle que fournit le passage au zénith de Saulieu, on peut arriver à connaître les diverses circonstances du mouvement, et c'est ainsi que nous avons opéré. Si le passage à proximité du zénith de Civray est une conséquence des résultats obtenus, il y aura là une vérification. Or on trouve que le météore a dû être vu de Civray à 3° 12′ du zénith.

» La plus faible hauteur du bolide a été de 111 kilomètres. A partir de la position correspondante, jusqu'à celle dans laquelle il a cessé d'être aperçu de Bergame, il s'est trouvé successivement au-dessus des environs de Belgrade (Servie), Laybach (Carniole), Saulieu, Civray-sur-Cher, Mettray (Indre-et-Loire). Sa hauteur au-dessus de Mettray était de 307 kilomètres, et sa distance à Bergame, au même instant, de 798 kilomètres.

» Par rapport à la Terre, il était animé d'une vitesse de 88 kilomètres par seconde, et décrivait une hyperbole ayant pour excentricité 124, et pour asymptotes deux droites faisant entre elles un angle de 1 degré seulement.

» La vitesse, par rapport au Soleil, était de 79 kilomètres. Voici les éléments de l'orbite du mouvement héliocentrique.

Longitude du nœud ascendant.............	343° 28′
Obliquité sur l'écliptique........	68°
Angle de l'axe tranverse avec la ligne des nœuds	87° 32′
Excentricité..........................	2,59
Demi-axe transverse (le rayon moyen de l'orbite terrestre étant 1)................	0,20
Époque du passage au périhélie...........	1868, septembre 25, à 19 heures.
Vitesse au périhélie.....................	100 kilomètres par seconde.

» Le sens du mouvement est rétrograde.

» L'angle de chacune des asymptotes avec l'axe transverse est de 67° 17′. Celui de la tangente à l'hyperbole, au point le plus rapproché de la Terre, avec l'asymptote de la portion de courbe à laquelle ce point appartient n'est que de 1° 56′. Cette dernière asymptote est inclinée de 19 degrés sur le plan de l'écliptique, et l'autre de 23 degrés.

» Le bolide ne fait que traverser le système solaire, et son mouvement, jusque dans le voisinage de notre planète, a été à peu près rectiligne. Il s'éloignera définitivement dans une direction faisant un angle de 45 degrés avec sa direction primitive; alors sa vitesse, par rapport au Soleil, sera de 67 kilomètres, comme celle dont il était animé avant que l'action exercée sur lui par cet astre fût devenue sensible.

» La distance du périhélie au Soleil n'est que 0,312, c'est-à-dire un peu moindre que la distance moyenne de Mercure, mais un peu supérieure à la plus petite. Vingt jours et demi seulement se sont écoulés entre l'apparition du bolide et son passage au périhélie. Actuellement, il est plus éloigné que Saturne et moins qu'Uranus. En octobre 1870, il se trouvera à la distance de Neptune.

» Puisque le bolide du 5 septembre est venu des profondeurs de l'espace, nous pouvons nous demander de quelle région du ciel il émane, et quelle était sa vitesse absolue. En admettant comme prouvé que le Soleil parcourt deux lieues par seconde, et qu'il se dirige vers le point qui a pour ascension droite 260° 16′, et pour déclinaison boréale 33° 32′, on trouve que la vitesse absolue du petit astre errant était de 70 kilomètres, à peu près celle de la 61e du Cygne, et que le point d'émergence répond aux coordonnées : ascension droite 8 degrés, déclinaison australe 25 degrés; ce point appartient à la partie la plus australe de la constellation de la Baleine. Le mouvement était, au contraire, dirigé vers la Chevelure de Bérénice.

» Nous nous proposons d'ajouter d'autres résultats à ceux qui précèdent, et d'en faire la discussion dans le *Bulletin de l'Association scientifique;* c'est dans ce Recueil qu'ont été puisées les observations mentionnées ci-dessus,

ainsi que toutes celles qui nous ont fourni des vérifications et que nous n'avons pu citer ici. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Construction générale des courants de chaleur, en un point quelconque d'un milieu athermane, homogène ou hétérogène;* par **M. J. Boussinesq.**

« On sait qu'en appelant u la température d'un point quelconque d'un milieu athermane, rapporté à un système d'axes rectangulaires fixes, les trois flux qui traversent, par unité de surface et dans l'unité de temps, les trois éléments plans menés par ce point perpendiculairement aux axes, en allant des parties positives de ceux-ci vers leurs parties négatives, ont des expressions de la forme

$$(1)\qquad \left\{\begin{aligned} F_1 &= a^2\frac{du}{dx} + \nu_1\frac{du}{dy} + \mu\frac{du}{dz},\\ F_2 &= b^2\frac{du}{dy} + \lambda_1\frac{du}{dz} + \nu\frac{du}{dx},\\ F_3 &= c^2\frac{du}{dz} + \mu_1\frac{du}{dx} + \lambda\frac{du}{dy},\end{aligned}\right.$$

et que le flux qui traverse l'élément plan mené par le même point, perpendiculairement à la direction dont les angles avec les axes ont pour cosinus m, n, p, est donné par la relation

$$(2)\qquad F = mF_1 + nF_2 + pF_3.$$

» Si l'on effectue une transformation de coordonnées, en prenant de nouveaux axes rectangulaires des x', y', z', qui fassent avec les premiers des angles ayant les cosinus α, β, γ pour celui des x'; α', β', γ' pour celui des y'; α'', β'', γ'' pour celui des z', les relations (2) et (1), jointes aux formules ordinaires de transformation, permettront d'obtenir l'expression des flux F'_1, F'_2, F'_3, qui traversent les éléments perpendiculaires aux nouveaux axes, en fonction des trois dérivées partielles de u en x', y', z'. Les coefficients a'^2, λ', λ'_1, ... de ces formules, analogues à a^2, λ, λ_1,..., se trouveront aisément, et, si l'on fait les sommes $\lambda' + \lambda'_1$, $\mu' + \mu'_1$, $\nu' + \nu'_1$, on aura

$$\begin{aligned}\lambda' + \lambda'_1 = {} & 2(a^2\alpha'\alpha'' + b^2\beta'\beta'' + c^2\gamma'\gamma'') + (\lambda + \lambda_1)(\beta'\gamma'' + \gamma'\beta'')\\ & + (\mu + \mu_1)(\gamma'\alpha'' + \alpha'\gamma'') + (\nu + \nu_1)(\alpha'\beta'' + \beta'\alpha''), \ldots\end{aligned}$$

Effectuons la même transformation d'axes sur l'ellipsoïde

$$a^2x^2 + b^2y^2 + c^2z^2 + (\lambda + \lambda_1)yz + (\mu + \mu_1)zx + (\nu + \nu_1)xy = 1,$$

et nous trouverons précisément ces sommes pour coefficients de $y'z'$, $z'x'$, $x'y'$. Si donc nous admettons qu'on ait choisi pour axes des x, y, z ceux de cet ellipsoïde, nous devrons poser $\lambda_1 + \lambda = 0$, $\mu_1 + \mu = 0$, $\nu_1 + \nu = 0$, et les formules (1) deviendront, au point considéré,

$$(3) \qquad \begin{cases} F_1 = a^2\dfrac{du}{dx} - \nu\dfrac{du}{dy} + \mu\dfrac{du}{dz}, \\ F_2 = b^2\dfrac{du}{dy} - \lambda\dfrac{du}{dz} + \nu\dfrac{du}{dx}, \\ F_3 = c^2\dfrac{du}{dz} - \mu\dfrac{du}{dx} + \lambda\dfrac{du}{dy}. \end{cases}$$

» Concevons que l'on construise près du même point un cylindre de dimensions infiniment petites, dont les génératrices fassent avec les axes des angles ayant leurs cosinus f, g, h proportionnels à F_1, F_2, F_3. D'après (2), aucun flux ne traverse la surface latérale de ce cylindre, et, par conséquent, la chaleur forme en cet endroit un courant de direction (f, g, h), mesuré par le flux C, qui, rapporté aux unités de surface et de temps, entre par la première base du cylindre. La proportionnalité de f, g, h aux seconds membres de (3) permet aisément : 1° d'obtenir f, g, h en fonction des trois dérivées partielles de u en x, y, z, c'est-à-dire de déterminer la direction du courant, quand on connaît celle de la surface isotherme; 2° à l'inverse, d'évaluer les rapports de ces trois dérivées en fonction de f, g, h, et de calculer même leurs valeurs absolues, si l'on connaît en outre la dérivée $\frac{du}{dl}$ de la température le long d'une ligne infiniment petite dl, prise dans la direction du courant. Ces valeurs, portées dans l'expression de C, donnent, en désignant par le signe S la somme de trois termes analogues à celui qui suit ce signe,

$$(4) \qquad C = \frac{1 + \dfrac{S\lambda^2 a^2}{a^2b^2c^2}}{S\dfrac{f^2}{a^2} + \dfrac{(Shf)^2}{a^2b^2c^2}} \, \frac{-du}{dl}.$$

» Le coefficient de $\frac{-du}{dl}$, dans cette expression du courant, mesure, au point considéré, le pouvoir que possède le milieu de transmettre la chaleur dans la direction (f, g, h) : portons dans cette direction, à partir du même

point supposé pris pour origine, une droite égale à sa racine carrée, et l'extrémité (x_1, y_1, z_1) de celle-ci appartiendra à l'*ellipsoïde des conductibilités linéaires*

(5) $$S\frac{x_1^2}{a^2} + \frac{(S\lambda x_1)^2}{a^2b^2c^2} = 1 + \frac{S\lambda^2a^2}{a^2b^2c^2}.$$

» Si l'on compare cet ellipsoïde à l'*ellipsoïde principal*

(6) $$S\frac{x^2}{a^2} = 1,$$

qui a été considéré par M. Lamé dans le cas d'un milieu homogène, et qui jouit dans ce cas de propriétés importantes, dont la première, due au même savant, est démontrée par lui au paragraphe XXVI de ses *Leçons sur la chaleur*, on reconnaît qu'ils ont un diamètre commun, conjugué chez tous les deux aux plans $S\lambda x = \text{const.}$, et que ces plans les coupent suivant des ellipses homothétiques, dont les plus grandes appartiennent à l'ellipsoïde principal.

» Menons à ce dernier, du côté où la température décroît, un plan tangent parallèle à la surface isotherme qui passe par l'origine. En désignant par x, y, z les coordonnées du point de contact, les cosinus des angles que fait avec les axes la normale à la surface isotherme seront proportionnels à $\frac{x}{a^2}, \frac{y}{b^2}, \frac{z}{c^2}$, et la proportionnalité de x_1, y_1, z_1 aux seconds membres de (3) donnera, en tenant compte de (5),

(7) $$x_1 = x - \nu\frac{y}{b^2} + \mu\frac{z}{c^2}, \quad y_1 = y - \lambda\frac{z}{c^2} + \nu\frac{x}{a^2}, \quad z_1 = z - \mu\frac{x}{a^2} + \lambda\frac{y}{b^2},$$

d'où l'on tire

(8) $$S\lambda x_1 = S\lambda x, \quad S\frac{xx_1}{a^2} = S\frac{x^2}{a^2}.$$

Donc le point (x_1, y_1, z_1) est une des deux intersections du plan tangent considéré, du plan $S\lambda x = \text{const.}$ mené par son point de contact, et de l'ellipsoïde (5). Mais laquelle des deux faut-il choisir? Pour le savoir, supposant que l'axe des y ait été pris à droite de celui des x pour l'observateur dont les pieds sont à l'origine et la tête dans le sens des z positifs, concevons un deuxième observateur qui aurait les pieds à l'origine, et la tête, suivant le diamètre commun des deux ellipsoïdes, dans la direction qui fait avec les axes des angles ayant leurs cosinus dans les mêmes rapports et de mêmes signes que $\lambda a^2, \mu b^2, \nu c^2$. Il est aisé de reconnaître, par la première des relations (7), que, dans le cas particulier $S\lambda x = 0$, $x = 0$, $y > 0$,

cet observateur verra le point (x_1, y_1, z_1) à droite du point (x, y, z), et la continuité de ces relations montre qu'il en sera partout de même. Je puis donc énoncer le théorème suivant :

« *Théorème I.* — Lorsqu'on connaît, en un point d'un milieu athermane » quelconque, la direction de la surface isotherme qui y passe à l'époque t, » on obtient celle du courant qui s'y propage au même instant à travers le » milieu, en construisant, autour de ce point comme centre, l'ellipsoïde » principal et celui des conductibilités linéaires, puis en menant au pre- » mier, du côté où la température va en décroissant, un plan tangent pa- » rallèle à l'élément isotherme donné, et joignant le centre à l'intersection, » prise à droite du point de contact par rapport à l'observateur ci-dessus, » du second ellipsoïde, du plan tangent et d'un autre plan mené par le » même point de contact et conjugué au diamètre commun des deux sur- » faces. La droite ainsi construite donne, par sa direction, celle du courant » cherché, et, par sa grandeur, la racine carrée du coefficient de conduc- » tibilité qui lui correspond. »

» La même construction, effectuée dans un ordre inverse, permettra d'obtenir la direction de la surface isotherme, si l'on connaît celle du courant.

« *Théorème II.* — Lorsque le courant est parallèle à un plan donné, » l'élément isotherme correspondant passe par une droite fixe, qu'on ob- » tient en menant un plan tangent à l'ellipsoïde principal et parallèle au » plan donné, puis, par le point de contact, un autre plan conjugué au » diamètre commun des deux surfaces, et en joignant le centre à l'intersec- » tion, prise à gauche du point de contact, par rapport au même observa- » teur, de ces deux plans et du second ellipsoïde. »

» En effet, f', g', h' désignant les cosinus qui fixent la direction de la normale au plan donné, on a par hypothèse

$$\mathrm{S}\left(a^2\frac{du}{dx}-\nu\frac{du}{dy}+\mu\frac{du}{dz}\right)f'=0 \quad \text{ou} \quad \mathrm{S}(a^2f'+\nu g'-\mu h')\frac{du}{dx}=0.$$

» L'élément isotherme contient donc la droite menée, à partir de l'origine, dans la direction $(a^2f'+\nu g'-\mu h',\ b^2g'+\lambda h'-\nu f',\ c^2h'+\mu f'-\lambda g')$. Soient (x'_1, y'_1, z'_1) le point où cette droite rencontre le second ellipsoïde, et (x, y, z) le point de contact du plan tangent au premier et parallèle au plan donné : on trouvera, comme pour (7),

$$(7\ bis)\quad x'_1=x+\nu\frac{y}{b^2}-\mu\frac{z}{c^2},\quad y'_1=y+\lambda\frac{z}{c^2}-\nu\frac{x}{a^2},\quad z'_1=z+\mu\frac{x}{a^2}-\lambda\frac{y}{b^2},$$

d'où résulteront des relations pareilles à (8). On obtiendra par suite la figure du théorème I, avec cette seule différence qu'on ne prendra pas le même point d'intersection des deux plans et du second ellipsoïde.

» La même construction, effectuée dans un ordre inverse, donnera un plan parallèle au courant, si l'on connaît une droite parallèle à l'élément isotherme. »

PHYSIQUE. — *Méthode optique pour l'étude de la déformation de la surface extérieure des solides élastiques*. Note de **M. A. Cornu**, présentée par M. Jamin.

« Le phénomène des anneaux colorés de Newton, dont M. Fizeau a tiré une méthode si précise pour la mesure des petites longueurs, et spécialement des dilatations, se prête merveilleusement à l'étude des déformations des corps élastiques. Imaginons par exemple un prisme rectangulaire posé horizontalement sur deux appuis et fléchi par l'addition de poids à ses extrémités; il sera facile d'observer les déformations de ses diverses faces, en produisant le phénomène des anneaux colorés par réflexion entre cette face bien polie et une lame plane transparente maintenue à une très-petite distance. On sait, en effet, que les courbes isochromatiques correspondent au point où la lame d'air interposée a la même épaisseur. Si l'on observe le phénomène avec une lumière monochromatique, ces courbes sont très-nettes et très-nombreuses; et comme elles correspondent à des épaisseurs variant par degrés égaux, l'apparence est celle d'une *carte topographique* de la surface déformée; les anneaux figurent les courbes de niveau rapportées au plan fixe, et la différence de niveau d'une courbe à l'autre est égale à une demi-longueur d'onde de la lumière monochromatique employée. Il est en outre évident que, dans une petite étendue autour de chaque point, les anneaux forment des coniques concentriques et semblables à l'*indicatrice* de la surface en ce point. La petitesse des longueurs d'onde lumineuses permet, non-seulement de mettre en évidence les moindres déformations de la surface extérieure du corps élastique, mais même d'en déterminer la valeur absolue; il suffit, pour cela, de connaître exactement la longueur d'onde de la lumière monochromatique dont on fait usage.

» Il n'est pas besoin d'insister sur la généralité de la méthode; elle s'applique évidemment à l'étude de toute espèce de déformations par traction, flexion, torsion, etc.

» J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les premiers résultats d'études

de ce genre, où j'ai cherché la solution d'une question fondamentale dans la théorie mathématique de l'élasticité, à savoir : le rapport entre le coefficient de *contraction transversale* d'un prisme et son coefficient d'*allongement longitudinal* sous l'influence d'une traction. Ce problème, abordé expérimentalement par Cagniard-Latour, Wertheim et M. Kirchhoff, n'a pas été définitivement résolu, car on conclut généralement de leurs recherches que le rapport précédent varie d'une substance à l'autre, même quand ces substances jouiraient de l'*homogénéité isotrope* parfaite. Je conclus au contraire que, comme l'avait établi Navier, en créant la théorie de l'élasticité sur des bases imparfaites, et comme l'a démontré depuis M. de Saint-Venant d'une manière rigoureuse, ce rapport est le même pour les corps vraiment isotropes et que sa valeur est représentée par le nombre $\frac{1}{4}$.

» Quoique la méthode optique indiquée précédemment permette de mesurer directement la contraction transversale d'un prisme soumis à une traction, il m'a paru plus commode d'avoir recours à une disposition expérimentale, en apparence moins directe, identique au fond, mais qui a l'avantage de montrer le résultat à la simple inspection du phénomène. C'est la déformation de la surface supérieure d'un prisme porté symétriquement sur deux appuis qui m'a fourni la solution cherchée. On sait que, dans le cas de la flexion, l'axe du prisme se courbe suivant un cercle ; les surfaces normales au plan de flexion se transforment en surfaces gauches, et non pas en cylindres concentriques comme l'indique la théorie usuelle de la résistance des matériaux.

» D'après les formules établies pour la première fois par M. de Saint-Venant dans le cas où les dimensions transversales du prisme sont petites relativement à la distance des appuis, le rapport des deux courbures principales est, en chaque point de ces surfaces, indépendant des dimensions du prisme, de la charge et de la distance des appuis. Ce rapport (1), $\sigma = \frac{\lambda}{2(\lambda + \mu)}$, est justement la valeur que la théorie assigne au rapport des coefficients d'élasticité transversale et longitudinale d'un prisme soumis à une traction.

» L'examen optique de la surface déformée montre un système d'hyperboles conjuguées ayant mêmes asymptotes. La tangente trigonométrique de l'angle que fait chaque asymptote avec la direction de l'axe du prisme est égale à l'inverse de la racine carrée du rapport cherché σ. Tout l'intérêt de

(1) Notations de M. Lamé, *Leçons sur la théorie mathématique de l'Élasticité*, p. 50.

la question se concentre donc sur la valeur de l'angle des asymptotes de cette véritable indicatrice. Or un quadrilatère très-exact gravé sur la surface additionnelle qui produit les anneaux permet, à la simple inspection du phénomène, de voir que la tangente de cet angle est très-sensiblement égale à 2 et que par suite $\sigma = \frac{1}{4}$ lorsque la substance du prisme est un verre bien homogène comme la glace de Saint-Gobain. Il me semble difficile d'amener la solution de cette question si importante à une plus grande simplicité.

» Outre cette démonstration expérimentale, en quelque sorte intuitive, j'ai pensé qu'il était utile de faire des mesures directes sur ces courbes; dès le début je fus arrêté par le défaut de stabilité des appareils : les moindres influences donnent aux anneaux des déplacements sensibles pendant le temps très-long nécessaire au relevé micrométrique des anneaux. Aussi n'ai-je considéré la partie expérimentale de cette méthode optique comme complétement résolue qu'après être parvenu à photographier le phénomène: en quelques secondes j'obtiens maintenant des clichés photographiques qu'on peut étudier à loisir avec une précision que l'observation directe serait loin de donner (1). Les mesures micrométriques faites avec un microscope grossissant vingt-cinq fois (ce qui correspond à un grossissement réel du phénomène d'environ six fois) sont résumées dans le tableau suivant. Les prismes fléchis consistaient en lames de glace de Saint-Gobain de 12 à 20 centimètres de longueur posées sur deux arêtes rectilignes distantes de 16 millimètres; la charge totale variait jusqu'à 500 grammes.

Désignation des lames.	Épaisseur.	Rapport des dimensions transversales.	Valeur de σ.
	mm		mm
N° 2	1,380	18,4	0,225
N° 3	2,037	12,3	0,226
N° 4	1,370	7,3	0,224

(1) La difficulté consistait à trouver une source lumineuse intense et surtout *monochromatique au point de vue chimique* (c'est-à-dire *mono-actinique*). Ces propriétés se trouvent réunies dans la lumière de l'étincelle d'induction jaillissant entre deux pôles de magnésium (il est nécessaire d'ajouter dans le circuit une bouteille de Leyde en verre mince, de façon à obtenir des étincelles à grande tension). La propriété mono-actinique de cette lumière est due à une raie très-intense, située dans la partie invisible de son spectre. Cette lumière est presque rigoureusement mono-actinique, car elle permet de photographier des anneaux correspondant à une différence de marche de plus de mille ondulations ($0^{mm},25$ d'épaisseur de lame d'air). La longueur d'onde obtenue photographiquement à l'aide d'un réseau est sensiblement égale à $0^{mm},000383$.

Désignation des lames.	Épaisseur.	Rapport des dimensions transversales.	Valeur de σ.
	mm		mm
N° 5...........	2,040	6,4	0,257
N° 7 (1).........	1,554	8,7	0,236
N° 1 (2).........	8,50	3,76	{ 0,243 0,250

» Comme on le voit, les valeurs de σ sont à peu près égales à $0,25 = \frac{1}{4}$, mais presque toujours un peu au-dessous. Ce résultat est d'accord avec celui de Cagniard-Latour, diffère un peu de celui de M. Kirchhoff ($\sigma = 0,294$ déduit de la flexion et de la torsion de barres d'acier trempé) et est complétement en désaccord avec celui de Wertheim ($\sigma = 0,33 = \frac{1}{3}$ déduit du changement de capacité intérieure de tubes en laiton et en cristal soumis à une traction). Ces divergences sont dues en grande partie au défaut d'*homogénéité isotrope* des substances sur lesquelles les divers observateurs ont opéré. Toutefois le résultat de Wertheim, qui s'éloigne tant des autres, ne peut pas être, à mon avis, attribué seulement au mauvais choix de la structure des corps sur lesquels il a opéré; je crois qu'il a laissé subsister des causes d'erreur assez graves pour rendre suspects les nombres qu'il a donnés (3).

» Aussi, en rapprochant mes expériences de celles de M. Kirchhoff, on doit reconnaître que les substances jouissant de l'homogénéité isotrope aussi parfaite que possible, comme l'acier et surtout le verre coulé, possèdent un coefficient σ très-rapproché de la valeur $\frac{1}{4}$.

» Je suis donc porté à conclure que *l'isotropie élastique est caractérisée par la propriété que le coefficient de contraction transversale est le quart du coefficient d'élasticité longitudinale.*

» Analytiquement cette propriété se traduit par la condition $\lambda = \mu$ (4);

(1) La distance des appuis était de 120 millimètres.

(2) Cette lame avait des dimensions beaucoup plus grandes : 60 centimètres de longueur, 12 centimètres de distance d'appuis. Charge : 1 kilogramme. Les deux valeurs de σ qu'elle a fournies ont été obtenues par deux méthodes entièrement différentes : d'abord par la mesure directe des anneaux, ensuite par une autre méthode optique fondée sur le changement de foyer qu'éprouvent des rayons parallèles réfléchis sur la surface avant et après la déformation.

(3) Par exemple, il ne tient aucun compte de la chaleur absorbée ou dégagée par la tension et la contraction. Or elle fait contracter ou dilater le liquide qui se trouve dans les tubes de quantités de même ordre que la variation de volume due au phénomène élastique. Une autre erreur grave provient de l'inégalité d'épaisseur des parois de ces tubes.

(4) Les expériences de Wertheim conduisent à $\lambda = 2\mu$.

on ne doit donc pas considérer les corps isotropes comme ayant, au point de vue de l'élasticité, deux paramètres arbitraires, mais un seul.

» Je me suis borné, dans ces premières recherches, à expérimenter sur le verre, parce que c'est la seule substance isotrope dont on puisse constater l'homogénéité grâce à sa transparence. Quant aux métaux, il faut toujours se méfier de leur *homogénéité isotrope* : laminés ils sont fibreux, coulés ils sont cristallins. Néanmoins je me propose de les étudier, ne fût-ce que pour établir la concordance des méthodes; mais le but que j'ai surtout le désir d'atteindre est la détermination des paramètres élastiques de quelques substances cristallisées : la méthode optique peut s'accommoder d'échantillons assez petits pour qu'il soit permis d'espérer des résultats exacts avec les substances minérales que la nature offre en gros cristaux. »

PHYSIQUE. — *Sur les spectres ultra-violets.* Note de **M. Mascart**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« L'observation des spectres ultra-violets permettra sans doute de résoudre certaines questions sur lesquelles on n'aurait pas de données suffisantes par le simple examen des spectres lumineux, parce qu'elle étend les limites entre lesquelles on peut effectuer des mesures exactes. C'est dans cette intention que j'ai commencé l'étude de la lumière solaire et de celle des vapeurs métalliques dans la région située au delà du violet, en reproduisant les spectres par la photographie. J'ai déjà décrit la méthode qui me sert dans ces expériences, et je demande à l'Académie la permission de lui communiquer quelques résultats.

» Le fer est un des métaux dont les raies présentent avec celles de la lumière solaire le plus grand nombre de coïncidences; M. Angström en a observé quatre cent cinquante; il a fait remarquer en outre que ces coïncidences se produisent surtout dans le violet et que dans cette région le plus grand nombre des raies obscures remarquables du Soleil sont dues à l'existence du fer. La même observation s'applique au delà du violet où j'ai constaté plus de cent coïncidences nouvelles; comme elles correspondent à presque toutes les raies intenses du Soleil, il en résulte que le spectre solaire et celui du métal, produits simultanément sur une même épreuve, semblent complémentaires l'un de l'autre. Je n'ai pas pu constater de coïncidences pour les raies du cadmium, mais six raies très-intenses paraissent se retrouver dans le spectre solaire.

» Un problème important, que doit se proposer l'analyse spectrale, est de savoir s'il existe une relation entre les différentes raies d'une même substance ou bien entre les spectres de substances analogues. J'ai observé, en 1863, que les six raies principales du sodium, aperçues pour la première fois par MM. Wolf et Diacon, sont doubles, et que les deux raies qui constituent chacun des groupes sont à peu près à la même distance que celles de la double raie D. Cela paraît être la répétition d'un même phénomène en différents points de l'échelle spectrale; l'étude des spectres ultra-violets conduit à plusieurs remarques analogues : je citerai la plus simple. On sait que le magnésium donne, entre autres raies brillantes, un groupe de trois raies vertes coïncidant avec les raies solaires *b*; j'ai observé dans le spectre ultra-violet du même métal deux autres groupes remarquables. L'un de ces groupes, situé dans le voisinage de la raie L, est assez intense pour que l'œil l'aperçoive sans difficulté; il se compose de trois raies disposées de la même manière et à peu près aux mêmes distances que celles du groupe *b*; ces raies se retrouvent exactement dans le spectre solaire. L'autre groupe est situé entre les raies P et Q, et se retrouve aussi dans le spectre solaire; il a encore la même forme que les deux premiers, mais les raies sont un peu plus écartées, ce qui peut tenir simplement à la rapidité avec laquelle la déviation augmente dans cette région pour une faible variation de longueur d'onde. La raie la moins réfrangible a pour longueur d'onde, dans ces trois groupes, les valeurs suivantes, exprimées en millièmes de millimètre :

0,5182
0,3864
0,3335

» Il semble difficile que la reproduction d'un pareil phénomène soit un effet du hasard; n'est-il pas plus naturel d'admettre que ces groupes de raies semblables sont des harmoniques qui tiennent à la constitution moléculaire du gaz lumineux? Il faudra sans doute un grand nombre d'observations analogues pour découvrir la loi qui régit ces harmoniques. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur les lois qui président au partage d'un corps entre deux dissolvants; par* **MM. Berthelot** *et* **Jungfleisch.**

« **1.** Les chimistes ont souvent occasion d'extraire un corps dissous dans une liqueur, en agitant celle-ci avec un autre liquide, non miscible au premier et qui opère en vertu d'une action purement physique. L'eau,

l'alcool, l'éther, le chloroforme, la benzine, le sulfure de carbone sont ainsi employés pour extraire et parfois même pour doser les corps dissous dans d'autres véhicules. Cependant on ne possède jusqu'ici que des données assez vagues sur les lois qui président à cette extraction, lois intéressantes, non-seulement pour la pratique des analyses, mais aussi au point de vue plus général de la mécanique moléculaire : en effet, leur connaissance conduit à établir un caractère spécifique propre aux principes définis; elle permet aussi d'aborder par une méthode nouvelle les questions si obscures qui concernent l'état des sels mélangés, c'est-à-dire le partage des bases entre les divers acides dans les dissolutions.

» 2. Nous avons étudié les onze systèmes suivants :

» Iode et brome en présence de l'eau et du sulfure de carbone;

» Acides succinique, malique, tartrique, oxalique, acétique, benzoïque, sulfurique, chlorhydrique, ammoniaque en présence de l'eau et de l'éther.

» Dans tous les cas, nous avons fait varier entre des limites très-étendues les proportions relatives de chacune des trois substances mises en présence.

» Nous avons choisi les systèmes précédents de façon à embrasser les principaux cas qui peuvent se présenter. En effet, les corps dissous sont les uns solides (iode, acide succinique, etc.), d'autres liquides (brome, acide acétique), d'autres gazeux (ammoniaque). Tantôt les corps dissous présentent une solubilité limitée dans chacun des dissolvants, envisagé séparément (acide succinique en présence de l'eau et de l'éther); tantôt le corps dissous peut se mêler en toutes proportions avec chacun des dissolvants, envisagé séparément (acide acétique en présence de l'eau et de l'éther); tantôt enfin, il se mêle en toute proportion avec l'un des dissolvants (brome et sulfure de carbone), tout en présentant une solubilité limitée dans l'autre dissolvant (eau). Les corps capables d'exercer les uns sur les autres des réactions chimiques ont été exclus à dessein de notre recherche.

» 3. En général, nous avons opéré de la manière suivante. On dissout le corps mis en expérience dans l'un des liquides, on ajoute un certain volume de l'autre liquide, puis on soumet le tout à une agitation violente et prolongée, les vases étant maintenus à une température fixe à l'aide d'un bain d'eau. De temps en temps on dose le corps dissous dans l'un des dissolvants, jusqu'à ce que l'on obtienne des résultats constants, ce qui exige parfois une heure ou deux. A ce moment, on dose le corps dissous dans chacune des deux liqueurs superposées.

» 4. *Coefficient de partage.* — Un corps mis en présence simultanément de deux dissolvants, dans chacun desquels il peut se dissoudre séparément, ne

se dissout jamais en totalité dans l'un d'eux, à l'exclusion de l'autre. Quelle que soit la grandeur de la solubilité dudit corps dans l'un des dissolvants, quel que soit l'excès du volume de ce dissolvant, le corps soluble se partage toujours entre les deux dissolvants, suivant une relation simple : le partage étant accompli et les deux liqueurs parvenues à un état définitif.

» *Les quantités dissoutes par un même volume des deux liqueurs sont entre elles dans un rapport constant.* Nous désignerons ce rapport sous le nom de *coefficient de partage.* Il est indépendant des volumes relatifs des deux dissolvants; mais il dépend de la concentration et de la température. Entre les nombreuses expériences que nous avons faites pour établir cette loi, il suffira de citer les suivantes :

Acide succinique, eau et éther, à la température de 15 degrés.

	Volume final de la liqueur		Volume de l'eau de baryte qui sature 10cc de la liqueur		Coefficient de partage.
	aqueuse.	éthérée.	aqueuse.	éthérée.	
Liqueurs concentrées	70cc	30cc	42,4 (1)	7,1	6,0
	49	49	43,8	7,4	6,0
	28	55,5	47,4	7,9	6,0
Liqueurs plus étendues	30	70	18,8	3,4	5,5
	17	17	16,2 (2)	3,0	5,4

» Le coefficient de partage d'un corps entre deux dissolvants est analogue au coefficient de partage d'un gaz entre un liquide qui le dissout et un espace vide superposé; mais dans le cas d'un gaz partagé entre un espace vide et un liquide, c'est la tension finale du gaz dans l'unité de volume de l'espace vide qui détermine la quantité dissoute dans l'unité de volume du liquide; tandis que, dans le cas d'un corps partagé entre deux dissolvants, c'est la quantité finale dissoute dans l'unité de volume de l'un des liquides qui détermine la quantité dissoute dans l'unité de volume de l'autre.

» 5. *Influence de la température.* — Le coefficient de partage change avec la température, mais suivant une progression très-lente.

	Poids d'acide succinique contenu dans 10cc de la liqueur		
	aqueuse.	éthérée.	Coefficient de partage.
A 15 degrés	0,376	0,060	6,2
A 0 degré	0,376	0,078	4,9
A 15 degrés	0,106	0,019	5,5
A 0 degré	0,098	0,019	5,0

(1) Ce titre équivaut à 0gr,358 d'acide succinique.

(2) Ce titre équivaut à 0gr,122 d'acide succinique.

» 6. *Influence de la concentration.* — Le coefficient de partage varie avec la concentration finale des dissolvants. Mais la variation n'est pas proportionnelle au poids dissous; elle suit une progression plus lente.

» I. *Acide succinique, eau et éther, à 15 degrés.*

Liqueur aqueuse (p).	Liqueur éthérée.	Coefficient de partage C.
0,486	0,073	6,6
0,420	0,067	6,3
0,365	0,061	6,0
0,236	0,041	5,7
0,121	0,022	5,4
0,070	0,013	5,2
0,024	»	5,2

$$C = 5,1 + 3p.$$

» II. *Acide benzoïque, eau et éther, à 10 degrés.*

Poids d'acide benzoïque contenu à la fin de l'expérience dans 10cc de la liqueur		
aqueuse.	éthérée (p).	Coefficient de partage C.
0,00304	0,277	1:91
0,00258	0,227	1:88
0,00150	0,119	1:80
0,00110	0,078	1:71

$$\frac{1}{C} = 63 + 100p.$$

» III. *Acide oxalique, eau et éther, vers 11 degrés.*

Liqueur aqueuse (p).	Liqueur éthérée.	Coefficient de partage C.
0,473	0,052	9,0
0,436	0,046	9,5
0,304	0,031	9,8
0,203	0,0205	9,9

$$C = 10,5 - 3,3p.$$

» IV. *Acide malique, eau et éther, vers 18 degrés.*

Poids contenu dans 10cc de la liqueur aqueuse (p).	C
4,1	26
2,2	36
1,0	40
0,35	47

$$C = 49 - 5,6p.$$

» V. *Acide tartrique, eau et éther, vers 20 degrés.*

$p = 5,26$	$C = 91$
2,60	96
1,00	120
0,4	130

» Le coefficient est notablement plus faible pour l'acide racémique.

» VI. *Acide acétique, eau et éther, vers 18 degrés.*

$p = 2,0$	1,2
1,0	1,4
0,3	1,8
0,1	2,3

» L'étude des acides malique, tartrique et acétique montre que le coefficient varie plus rapidement avec la concentration quand on opère sur des corps très-solubles que sur des corps qui le sont moins : cette différence s'explique parce que les solutions concentrées d'acide tartrique ou d'acide acétique dissolvent l'éther, suivant d'autres proportions que les solutions étendues : les dissolvants réels ne sont donc pas comparables.

» VII et VIII. Les *acides sulfurique* et *chlorhydrique* donnent lieu à une remarque analogue. L'éther ne les dissout d'une manière sensible que lorsqu'ils sont concentrés; dès que les solutions aqueuses sont un peu étendues, la proportion d'acide que l'éther leur enlève, sans être absolument nulle, devient si petite qu'elle ne se prête plus à des mesures précises.

» IX. *Ammoniaque, éther et eau vers 17 degrés.*

$p = 0,71$	$C = 83$
0,52	100
0,27	135

» X. *Brome, eau et sulfure de carbone.*

p dans 10^{cc} d'eau.	p' dans 10^{cc} de l'autre liqueur.	C
0,176	10,2	1:58
0,030	2,46	1:82
0,020	1,55	1:78
0,0011	0,09	1:80

» XI. *Iode, eau et sulfure de carbone à 18 degrés.*

p dans 10^{cc} d'eau.	p' dans 10^{cc} de CS^2.	C
0,0041	1,74	1:420
0,0032	1,29	1:400
0,0016	0,66	1:410
0,0010	0,41	1:410
0,00017	0,076	1:440

CHIMIE. — *Recherches sur les alliages* (suite); *par* **M. Alfred Riche.**

« Dans un premier article j'ai déterminé la fusibilité et la densité des bronzes, et j'ai démontré que l'alliage $SnCu^3$ reste sans se scinder en d'autres produits, lors même qu'on le tient fondu pendant un temps assez long et en l'agitant. J'ai reconnu, comme l'avaient constaté antérieurement MM. Calvert et Johnston, que le cuivre et l'étain éprouvent dans cet alliage un maximum de contraction, contrairement à l'opinion d'autres expérimentateurs, qui avaient annoncé que la contraction augmente avec la proportion d'étain (1).

» Les erreurs sur ce point et les divergences qui existent entre les nombres obtenus par MM. Calvert et Johnston et les miens tiennent vraisemblablement à ce que j'ai opéré sur les alliages réduits en poudre fine dans les mêmes conditions, tandis que les autres expérimentateurs, et probablement les habiles savants anglais eux-mêmes, ont fait usage de lingots. Or, en supposant qu'on ait évité toute soufflure dans la coulée, la texture des alliages offre des différences telles, et la densité de certains bronzes varie d'une façon si grande avec la vitesse du refroidissement, que les matières ne sont pas comparables si on les emploie en lames ou en lingots.

» I. M. Caron, dans ses remarquables travaux sur l'acier, a parfaitement établi que la trempe diminue la densité de ce corps. On avait admis qu'il en est de même pour le bronze des instruments sonores (2), (3); mes expériences, résumées dans le tableau suivant, montrent le contraire.

» Donc la trempe et le recuit produisent des effets tout à fait inverses sur l'acier et sur le bronze; tandis que la trempe diminue la densité du premier, elle augmente la densité du second. Le fait n'a rien que de naturel, car la trempe durcit l'acier travaillé tandis qu'elle adoucit le bronze. Quant au recuit, il augmente la densité de l'acier trempé, tandis qu'il diminue la densité du bronze trempé.

(1) Briche, *Traité de Chimie* de M. Dumas, t. III, p. 512.

(2) Dussaussoy, *Traité de Chimie* de M. Dumas, t. III, p. 517.

(3) Wertheim, *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XII, p. 593.

Acier Huntsmann servant à faire les coins à la Monnaie de Paris.

NUMÉROS d'ordre.	DENSITÉ des barreaux coulés.	DENSITÉ après recuit.	DENSITÉ après trempe.	DENSITÉ après recuit et trempe.	DENSITÉ après trempe et recuit.
1	7,841	7,843		7,758	
2	7,841	7,843		7,755	
3	7,839	7,845		7,763	
4	7,839	7,842		7,705	
5	7,839		7,735		7,831
6	7,846		7,749		7,833
7	7,839		7,738		7,828

Bronze à 20 *pour* 100 (*Instruments sonores*).

Nos d'ordre	DENSITÉ après coulée.	DENSITÉ après trempe.	DENSITÉ après recuit.	DENSITÉ après trempe et recuit.	DENSITÉ après recuit et trempe.	DENSITÉ après trempe, recuit et 2e trempe.	DENSITÉ après recuit, trempe, et 2e recuit.	DENSITÉ après 2 recuits et 2 trempes.	DENSITÉ après 2 recuits, 2 trempes et une 3e trempe.
1	8,787	8,823		8,817		8,849			
2	8,858	8,915		8,907		8,927			
3	8,826	8,863		8,847		8,874			
4	8,862	8,896		8,886		8,907			
5	8,863	8,906		8,894		8,922			
6	8,737		8,733		8,763		8,753	8,775	8,786
7	8,873		8,782		8,911		8,889	8,926	8,927

» II. En présence de ces résultats, il n'était pas sans intérêt de déterminer si ces différences ont également lieu lorsqu'on soumet ces matières à l'action du marteau ou du balancier. Le tableau suivant montre les variations que subit la densité quand on soumet l'acier et le bronze à l'action successive du choc et de la chaleur (1).

(1) Ces métaux étaient en disques pesant 80 à 150 grammes. On les frappait sous un balancier mû par quatre hommes. L'acier a été réduit. Le bronze a été trempé dans certaines expériences, recuit dans d'autres. Les matières étaient placées dans une même caisse en tôle entourée de poussier de charbon.

	Acier. 1.	Acier. 2.	Bronze. Trempe.	Bronze. Recuit.
Densité initiale	7,845	7,847	8,527	8,660
» après l'action du feu	7,849	7,849	8,543	8,653
» après la première frappe	7,839	7,843	8,771	8,738
» après la deuxième action du feu	7,844	7,843	8,777	8,790
» après la deuxième frappe	7,838	7,839	8,871	8,833
» après la troisième action du feu	7,844	7,845	8,877	
» après la troisième frappe	7,837	7,841	8,918	
» après la quatrième action du feu	7,849	7,854	8,927	
» après la quatrième frappe	7,849	7,849	8,937	
» après la cinquième action du feu	7,844	7,845	8,945	

» Par conséquent, le choc agit d'une façon très-différente sur le bronze et sur l'acier. Il accroît considérablement la densité du premier, tandis qu'il amène une différence à peine sensible dans l'acier; il tendrait même à la diminuer. Si ce dernier effet se réalisait dans toutes les conditions de choc pour l'acier, on pourrait en conclure que le choc se comporte dans ces deux circonstances comme la trempe. Le fait n'est pas douteux pour le bronze au moins; et comme, dans ce cas, l'action de la chaleur et le choc tendent tous deux dans le même sens, la densité s'accroît considérablement: en effet, après cinq trempes la densité s'est élevée de près du vingtième.

» On comprend alors, d'une part, comment un bloc d'acier soumis à l'enfoncement pour en faire un coin, subit trente et même soixante recuits sans s'altérer, et on peut s'expliquer, d'autre part, comment tous les efforts entrepris dans notre pays pour fabriquer les tamtams et les cymbales avec le métal des Chinois et des Turcs ont été sans résultat, car une fois le métal coulé on le porte au rouge, on le trempe, puis on le travaille au marteau à *froid* (1): toutes opérations qui contractent le métal et en amènent la rupture pendant le travail.

» Pour réussir, il faudrait suivre minutieusement le mode de travail des Orientaux; or nous le connaissons parfaitement aujourd'hui, grâce à divers voyageurs, et surtout à M. Champion, préparateur au Conservatoire des Arts et Métiers, qui décrit cette fabrication avec les plus grands détails dans un ouvrage qui va être livré à la publicité dans quelques jours. Cette méthode est très-rationnelle; toute la partie du travail qui a pour but d'a-

(1) On lit, il est vrai, dans plusieurs Traités de Chimie, que ce procédé réussit bien. Nos meilleurs fabricants, M. Lecomte et M. Gautrot, m'ont assuré qu'on n'est pas encore parvenu à fabriquer les tamtams et les cymbales avec le métal des Orientaux.

mincir le métal coulé consiste en un martelage rapide exécuté à une haute température : la dilatation produite par la chaleur contre-balance la contraction déterminée par le martelage.

» III. Le cuivre soumis à des trempes et à des recuits successifs ne présente rien de semblable. La densité varie à peine; elle baisse légèrement, car après sept opérations elle est descendue de 8,921 à 8,781. On n'observe pas de différence marquée entre l'effet de la trempe et du recuit. Il en est de même pour les bronzes pauvres en étain.

» Si dans la fabrication des médailles en cuivre on plonge le métal frappé, encore *rouge*, dans l'eau acidulée de dérochage, c'est simplement en vue d'éviter l'oxydation considérable que produit le refroidissement lent au contact de l'air.

» J'ai fait frapper des médailles en cuivre et j'en ai pris la densité après chaque passe et après chaque refroidissement; j'ai constaté qu'après six opérations la densité se retrouve sensiblement ce qu'elle était après la coulée. La mollesse du cuivre, jointe à cette propriété, nous explique comment ce métal se prête si bien à la fabrication des médailles.

» Les analyses des médailles antiques ont montré que les anciens se servaient quelquefois de cuivre pour cet usage, mais ordinairement de bronze, et que la proportion d'étain oscille entre 1 et 20 pour 100.

» Après avoir reconnu à l'aide d'un appareil ingénieux, construit par M. Magna, que les bronzes renfermant 2 à 4 pour 100 d'étain ne présentaient pas une dureté bien plus considérable que le cuivre, j'ai fait frapper comparativement, et sans rien changer au mode de travail, des médailles en cuivre et en alliages divers.

» Les différences n'ont pas été bien saillantes pour les médailles de 35 millimètres et au-dessous. Elles sont devenues très-marquées sur des flans de 50 et de 68 millimètres. Tandis que le cuivre exige 7 passes et 7 recuits pour qu'une médaille soit terminée, il en faut :

10 pour le bronze à............	97	de cuivre et	3	d'étain,
12 »	96,5	»	3,5	»
13 à 14 »	96	»	4	»
16 au moins pour le bronze à......	95	»	5	»

» L'introduction du zinc adoucit un peu le métal, car 14 passes suffisent pour faire la même médaille avec l'alliage des sous contenant 95 cuivre, 4 étain, 1 zinc, et il en faut 16 à 18 pour l'alliage à 94 cuivre, 4 étain, 2 zinc qui avait été employé autrefois. »

PHYSIQUE. — *Sur un nouveau pyromètre.* Note de **M. A. Lamy**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Le pyromètre que je propose est une application très-simple de la loi qui régit l'important phénomène que M. H. Sainte-Claire Deville a découvert et auquel il a donné le nom de *dissociation*. Par de nombreuses expériences, résumées dans une des *Leçons de la Société Chimique* (1), M. H. Sainte-Claire Deville a démontré que certains composés gazeux ou volatils se décomposent d'une manière partielle et progressive à mesure que la température s'élève, et que la tension des éléments du mélange, ou tension de dissociation, croît avec la température, tout en restant constante à une température déterminée. M. H. Debray (2) a étendu cette loi fondamentale au cas des substances solides formées par l'union de deux corps dont l'un est fixe et l'autre volatil, telles que le carbonate de chaux. Dans ce cas particulier, la tension de dissociation a pu être mesurée exactement, et les résultats obtenus par M. Debray sont aussi nets que concluants. Du spath d'Islande, chauffé dans le vide à 860 degrés, se décompose de manière que la tension maxima du gaz carbonique devienne égale à 85 millimètres ; à 1040 degrés, le gaz dégagé atteint la pression maxima de 520 millimètres.

» Je pourrais citer encore, à l'appui de la loi en question, les expériences de M. Hautefeuille (3) sur le gaz iodhydrique, et celles de M. Isambert (4) sur les chlorures ammoniacaux, lesquelles ayant été faites à des températures facilement mesurables, ont permis d'évaluer les tensions de dissociation qui correspondent à ces températures. Mais je ferai mieux ressortir le caractère de la loi, et sans doute mieux juger de la nature de l'application qui en est la conséquence, en comparant, avec M. Sainte-Claire Deville, le phénomène de décomposition du carbonate de chaux à la production de la vapeur d'eau dans un espace limité.

» De même que l'eau émet de la vapeur dont la tension est constante ou maxima pour une certaine température, de même le carbonate de chaux abandonne de l'acide carbonique, à une température relativement beaucoup plus élevée, jusqu'à ce que ce gaz ait acquis une certaine tension constante ou maxima pour cette température. Et, de même que la force élastique de

(1) *Leçons de la Société Chimique*; 1864-1865, Hachette.

(2) *Comptes rendus de l'Académie*, 18 mars 1867.

(3) *Comptes rendus de l'Académie*, 18 mars 1867.

(4) Thèse présentée à la Faculté des Sciences de Paris, en juillet 1868.

la vapeur aqueuse croît avec la température, de même aussi s'accroît la tension de dissociation du carbonate de chaux (1); de même enfin, un abaissement de température, qui détermine la condensation d'une partie de la vapeur d'eau dans l'espace où elle est renfermée, amène l'absorption d'une partie du gaz carbonique par la chaux produite, de façon que finalement la tension de la dissociation, comme celle de la vapeur d'eau, revient toujours à la valeur qui correspond à la nouvelle température. A l'aide des tables des tensions maxima de la vapeur d'eau, on conclut facilement la température de la tension, ou réciproquement. D'après ce que je viens de dire, on pourra déduire non moins aisément, de tables de tensions maxima du gaz carbonique, les températures correspondantes.

» Le principe étant posé, on comprendra de suite combien peut être simple et pratique le pyromètre à carbonate de chaux que je propose. Il est formé d'un tube en porcelaine, verni sur ses deux faces, fermé à un bout et mis en communication par l'autre avec un tube de verre à deux branches, contenant du mercure, ou tout autre système manométrique (2). Le tube de porcelaine a reçu une certaine quantité de spath d'Islande, ou simplement de marbre blanc en poudre, dans la partie qui doit être exposée au feu, puis a été rempli de gaz carbonique sec et pur, que l'on y a développé en chauffant le marbre jusqu'au rouge vif. Lorsqu'un pareil tube est revenu à la température ordinaire, le gaz carbonique est entièrement résorbé par la chaux, et le manomètre accuse le vide. C'est donc un véritable baromètre, quand il ne fonctionne pas pour indiquer les hautes températures.

» Les principaux avantages du nouvel instrument sont les suivants. Sa construction est simple et peu coûteuse; pas de jaugeage de volumes; pas de cause de dérangement apparente, au moins pour le moment. Son installation est facile et possible dans la plupart des fours de l'industrie; il donne la température à partir de 800 degrés environ, par une simple lecture, comme les thermomètres ordinaires, et le manomètre indicateur peut être placé à une distance pour ainsi dire quelconque du four où le pyromètre est monté, puisque ses indications ne dépendent que de tensions maxima. Enfin, il est beaucoup plus sensible que les pyromètres qui pourraient être basés sur la dilatation de l'air sous pression constante, si

---

(1) Le gaz carbonique est lui-même susceptible de dissociation en oxyde de carbone et oxygène; mais ce phénomène plus intime ne peut avoir aucune influence sur la valeur de mes résultats.

(2) Pour la pratique, un manomètre métallique rendra l'appareil aussi simple que portatif.

toutefois ceux-ci étaient possibles en pratique, parce que leurs indications ou les volumes de dilatation deviennent de plus en plus faibles à mesure que la température s'élève, tandis que les indications fondées sur la dissociation du carbonate de chaux deviennent de plus en plus grandes. M. Isambert a déjà prouvé ce dernier fait pour les composés ammoniacaux, dont les tensions de dissociation sont représentées par des courbes semblables à celles des tensions de la vapeur d'eau et de l'alcool. Dans mes expériences d'essai, j'ai pu constater un fait analogue pour le carbonate de chaux.

» Pour réaliser tous les avantages que je viens d'énumérer, le pyromètre à marbre exige uniquement qu'on ait déterminé, une fois pour toutes, les températures correspondantes aux tensions maxima du gaz carbonique, de même à peu près que, pour graduer un hygromètre à cheveu, il suffit de mesurer les allongements du cheveu qui correspondent à des tensions de vapeur déterminées. C'est le tableau de ces températures, ou la *table des tensions maxima* de l'acide carbonique, que j'ai commencé à exécuter, au moyen d'un pyromètre à air, construit avec toute la précision que comporte l'état actuel de la science. Je ne saurais entrer ici dans les détails longs, compliqués, minutieux, de cette construction; qu'il me suffise de dire que, si j'ai pu la réaliser, c'est grâce aux secours de toute sorte que j'ai trouvés dans le Laboratoire de l'École Normale, auprès de mon excellent ami, M. H. Sainte-Claire Deville.

» Mais l'emploi d'un pareil instrument pour évaluer des températures élevées, correspondant exactement aux tensions de dissociation du marbre, suppose que l'on puisse maintenir ces hautes températures sensiblement constantes pendant un certain temps. Ici encore, si j'ai pu réussir, c'est en tirant le plus heureux parti d'une découverte récente de M. H. Sainte-Claire Deville, le nouveau mode de chauffage au pétrole, dont la science et l'industrie lui sont redevables. Dans l'appareil dont je me sers, un robinet à tête graduée permet de régler à volonté l'écoulement de l'huile lourde, et de restreindre les variations de température dans des limites très-resserrées. On jugera de ce qu'il est possible d'obtenir sous ce rapport, et en même temps de la sensibilité relative du pyromètre à marbre, par quelques-uns des nombres que j'ai obtenus dans des expériences préliminaires. J'ai pu, deux heures durant, maintenir la température de 1050 degrés environ assez constante pour que les variations de volume de la masse d'air du pyromètre à air, presque insensibles à l'œil nu, ne dépassassent pas 1 à 2 millimètres d'amplitude au maximum, dans un tube de 15 millimètres de diamètre, pendant que les oscillations de la colonne de mercure, dans le manomètre à gaz carbonique, restaient comprises dans les limites suivantes, au

dessus et au-dessous de la pression atmosphérique : + 13 et — 8 millimètres, + 11 et — 5 millimètres.

» Avant de commencer les expériences définitives de mesure, j'ai voulu juger du degré de précision des nombres que j'obtiendrais pour les températures fondées sur la dilatation de l'air, supposée uniforme et constante sous la pression ordinaire. A cet effet, j'ai cru que le seul moyen de contrôle était de déterminer la dilatation de l'air de mon pyromètre étalon, depuis la glace fondante jusqu'à l'eau bouillante, et de voir si elle s'accordait avec le nombre donné par M. Regnault. Malheureusement un accident a amené la rupture de l'un des réservoirs de ce pyromètre à air, et m'a obligé de recommencer en partie la construction d'un appareil qui m'avait déjà coûté bien du travail. Malheureusement encore, à cette époque de l'année, je ne puis consacrer à mes recherches que la très-minime partie du temps qui n'est pas absorbé en examens par mes fonctions de professeur. Aussi, en présentant cette Note à l'Académie, ai-je surtout pour but de prendre date pour la construction du pyromètre à marbre ou toute autre disposition fondée sur le même principe, dans l'espoir d'en faire un instrument capable de rendre d'utiles services à la science comme à l'industrie. Dans cette étude, je serai naturellement conduit à généraliser l'emploi du nouvel instrument par le choix de substances diverses, dont les conditions de dissociation permettront d'embrasser l'échelle à peu près complète des températures. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la synthèse des glucosides.* Note de **M. P. Schützenberger**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Par les noms de glucosides et de saccharides on désigne d'une manière générale les éthers composés des sucres envisagés comme alcools polyatomiques.

» On n'a réalisé jusqu'à présent la synthèse de glucosides qu'avec quelques acides organiques monobasiques (acides acétique, butyrique, stéarique, benzoïque) : 1° par l'union directe des deux composants (sucre et acide hydraté), avec le concours d'un contact prolongé et d'une température comprise entre 100 et 120 degrés (Berthelot); 2° par l'action de l'anhydride acétique sur les sucres (Schützenberger). Cette dernière méthode, moins générale que la première, a sur elle l'avantage de fournir en très-peu de temps une transformation totale.

» J'ai cherché à utiliser la facile production des dérivés acétiques des sucres pour préparer, par voie de double décomposition, des glucosides plus complexes et plus rapprochés par leur composition des produits na-

turels (salicine, amygdaline, quercétine, rhamnine, etc., etc.). Voici en résumé les faits que j'ai observés jusqu'à présent, en dirigeant mes expériences dans cette voie.

» 1° En chauffant avec de la benzine un mélange de saligénine sodée, $C^{14}H^{13}NaO^{3}$, et de glucose triacétique, à la température d'ébullition de la benzine, il se forme : de la salicétine mono-acétique, $C^{14}H^{11}(C^{2}H^{3}O)O^{2}$, du glucate de sodium ou un sel analogue, de l'acétate de sodium et enfin une petite quantité d'un produit soluble dans l'eau, l'alcool, la benzine, précipitable par l'acétate de plomb, que l'ébullition avec l'acide sulfurique étendu dédouble nettement en salicétine et en glucose. En remplaçant la glucose triacétique par la glucose diacétique, par la saccharose diacétique, on obtient des réactions du même ordre. Dans ces conditions le sucre acétique et la saligénine sodée échangent leur acétyle et leur sodium; une faible partie des corps mis en présence réagit dans un autre sens en produisant de l'acétate de sodium et un glucoside qui contient les éléments de la saligénine.

» 2° On arrive à des résultats plus avantageux en chauffant en présence de l'eau un mélange de glucose acétique et du composé plombique de la saligénine. La quantité de glucoside saligénique formé est alors notablement plus grande. Je n'insiste pas sur la composition centésimale de ce produit, car n'ayant pu l'amener sous forme de cristaux, je ne sais si j'avais entre les mains un composé unique et défini.

» 3° J'ai chauffé à 120 degrés une solution aqueuse de saccharose acétique avec la combinaison plombique de la rhamnétine. La rhamnétine est, comme on le sait, complétement insoluble dans l'eau et s'obtient par le dédoublement de la rhamnégine, matière colorante de la graine de Perse.

» Dans ces conditions, il se forme de l'acétate de plomb et un glucoside colorant soluble dans l'eau et l'alcool, teignant en jaune les tissus mordancés à l'alumine.

» Le glucoside colorant est précipité par l'acétate de plomb formé en même temps que lui, et c'est en décomposant par l'hydrogène sulfuré le dépôt jaune qui reste après l'expérience qu'on l'obtient à l'état de pureté.

» Le pigment jaune soluble se dédouble, par l'ébullition avec les acides minéraux étendus, en glucose et en rhamnétine insoluble.

» 4° Les sucres acétiques, l'amygdaline, la salicine, le tannin acétique, chauffés avec une solution aqueuse de benzoate de sodium, fournissent de l'acétate de soude et des dérivés benzoïques correspondants, dont l'étude fera l'objet d'une prochaine Communication.

» En résumé, il résulte des faits signalés plus haut que la méthode de

double décomposition appliquée aux dérivés acétiques des sucres réussit partiellement et pourra, convenablement appliquée, servir à la synthèse des glucosides complexes. »

CHIMIE. — *Action de l'anhydride sulfurique sur le perchlorure de carbone.* Note de **M. P. Schützenberger.**

« Lorsqu'on dissout de l'anhydride sulfurique dans un excès de perchlorure de carbone, CCl^4, on observe immédiatement le développement d'une forte odeur de gaz phosgène. La solution, chauffée au bain-marie, dégage régulièrement du gaz chloroxycarbonique, que l'on peut aussi facilement recueillir que tout autre gaz.

» Lorsque la production de gaz s'arrête (la proportion dépend de la dose d'anhydride sulfurique employée), il reste dans la cornue un liquide fumant. Celui-ci, soumis à la distillation, fournit d'abord un liquide qui passe vers 75 degrés : c'est l'excès de perchlorure de carbone; puis le thermomètre s'élève à 130 degrés, température à laquelle presque tout le liquide distille.

» On obtient ainsi un liquide incolore, fumant à l'air, que l'eau décompose *immédiatement* en acide chlorhydrique et acide sulfurique; il bout à 130 degrés, et donne à l'analyse des nombres conduisant à la formule $S^2\Theta^5Cl^2$. Cet oxychlorure de soufre serait donc identique avec celui que H. Rose a préparé par l'action de l'anhydride sulfurique sur le semichlorure de soufre Cl^2S^2.

» D'après cela, l'action de l'anhydride sulfurique sur le perchlorure de carbone peut être représentée par l'équation

$$S^2\Theta^6 + \mathrm{C}Cl^4 = S^2\Theta^5Cl^2 + \mathrm{C}Cl^2\Theta.$$

» Cette réaction pourrait être généralisée : ainsi, avec le chloroforme, on aurait

$$S^2\Theta^6 + \mathrm{C}HCl^3 = S^2\Theta^5Cl^2 + \underbrace{CHOCl}_{\text{Chlorure de formyle.}}$$

» Le mélange d'anhydride sulfurique et de perchlorure de carbone, chauffé à 100 degrés avec un excès de benzine, a donné, après traitement à l'eau du produit de la réaction, de l'acide chlorhydrique, de la sulfobenzine, de l'acide phénylsulfureux et une proportion très-sensible d'acide benzoïque.

» La formation de l'acide benzoïque dans ces conditions est d'autant plus remarquable, que la benzine chauffée avec le gaz phosgène seul n'en fournit pas trace, comme l'ont démontré les expériences de M. Berthelot. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Végétation comparée du tabac sous cloche et à l'air libre; par* **M. Th. Schlœsing.**

« En instituant les expériences dont je vais présenter sommairement les résultats, je me suis proposé de constater la relation entre la transpiration par les organes aériens d'une plante et l'assimilation des principes tirés du sol.

» Quatre plants de tabac ont été repiqués dans autant de pots contenant chacun 50 litres de terre. L'un, que j'appelle A, devait être mis sous cloche, c'est-à-dire dans des conditions qui restreignent la transpiration, dès que le développement de sa tige permettrait d'isoler toutes les parties aériennes du sol et de l'atmosphère; les trois autres B, C, D étaient destinés à la mesure de la transpiration à l'air libre. L'espace me manquerait pour décrire le dispositif des expériences : je dirai seulement que A fut enfermé dans une grande cloche de 53 centimètres de diamètre sur 85 de haut, reposant sur un bassin de zinc; l'atmosphère confinée, d'un volume de 200 litres, était renouvelée par un courant constant d'air contenant quelques centièmes d'acide carbonique et débité à raison de 500 litres en vingt-quatre heures; tout étant bien luté, l'eau condensée sur la cloche et ruisselant dans le bassin, augmentée de la très-faible quantité emportée par le courant d'air, représentait exactement la transpiration de la plante. Pour mesurer l'évaporation par les plants B, C, D je saturais d'eau les trois sols, au début des expériences, et fermais les pots par des couvercles lutés; je mesurais l'eau consommée par les arrosages successifs, en tenant compte, bien entendu, des eaux d'égouttage soigneusement recueillies; après la récolte, les sols étaient remis dans leur état initial de saturation.

» La hauteur de la cloche ne permettait pas de laisser le tabac monter en fleurs. J'écimai donc les quatre plants, chacun à douze feuilles; cette mutilation n'ôtait rien à la comparabilité des résultats. L'expérience sur le plant A dura un mois, du 15 juillet 1867 au 15 août, jour où je fus obligé, bien à regret, de la terminer : un coup de vent avait arraché la mousseline qui préservait le tabac de l'ardeur du soleil, et plusieurs feuilles avaient été mortellement frappées. Les expériences sur B, C, D ont duré six semaines. Les quatre plants ont constamment gardé les apparences de la meilleure santé.

	A.	Moyenne de B, C, D.
Eau évaporée................	$7^{lit},9$	$23^{lit},3$
Poids des feuilles sèches........	48^{gr}	$37^{gr},4$

» Au début des expériences, les feuilles de chaque plant devaient peser, sèches, 8 grammes, chiffre donné par d'autres plants de même dimension; donc

	A.	B, C, D.
Gain des feuilles pendant l'évaporation..	40^{gr}	$29^{gr},4$
Rapport entre ce gain et l'eau évaporée...	$\frac{40}{7,9} = 5,2$,	$\frac{29,4}{23,3} = 1,2$;

ce qui veut dire que, pour chaque litre d'eau évaporée, les feuilles de A ont gagné $5^{gr},2$, et celles de B, C, D seulement $1^{gr},2$.

» L'analyse des cendres a donné les résultats suivants :

	A.	B, C, D.		A.	B, C, D.
Taux pour 100 de cendres.	13,00	21,80	Potasse...............	23,4	19,00
Acide carbonique........	23,00	19,25	Chaux................	30,76	31,48
Chlore................	6,51	10,21	Magnésie..............	3,65	3,93
Acide sulfurique.........	6,14	5,36	Oxyde de fer...........	0,65	0,99
Acide phosphorique.....	3,68	1,89	Sable et silice..........	4,59	10,76

» La principale différence ressortant de ces analyses réside dans les taux de cendres 13,00 et 21,80. Tous les tabacs que j'ai examinés, de quelque espèce ou provenance qu'ils fussent, à tout degré de développement, m'ont toujours donné des taux de cendres voisins de 20 pour 100; sous ce rapport, le plant A était certainement anormal. Combien avait-il gagné de matières minérales pendant l'expérience, et combien les plants B, C, D? Aux divers âges d'un tabac *écimé*, le taux de cendres ne varie guère : j'admets donc qu'au début les feuilles de chaque plant, qui pesaient 8 grammes, contenaient $8^{gr} \times 0,218$ de cendres; partant de là, je dis :

	Feuilles de A.	Feuilles de B, C, D.
Cendre totale...	$48^{gr} \times 0,13 = 6^{gr},24$	$37^{gr},4 \times 0,218 = 8^{gr},15$
Cendre initiale..	$8 \times 0,218 = 1,74$	$1,74$
Gain.......	$4,50$	$6,41$

» De ces gains je retranche $\frac{1}{6}$ pour déduire l'acide carbonique qui ne préexistait pas dans les végétaux, et j'obtiens :

	A.	B, C, D.
Matières minérales assimilées par les feuilles pendant l'expérience....	$3^{gr},60$	$5^{gr},10$
Rapport entre le gain de matière minérale et le gain total (organique et minéral).................	$\frac{3,60}{40} = 0,09$,	$\frac{5,10}{29,4} = 0,174$;

c'est-à-dire que la matière organique produite sous la cloche s'est contentée d'une demi-ration de matière minérale.

» Je ne parle que des feuilles, lorsqu'il devrait être question des végétaux entiers. Bien que prévues par mon programme, la récolte des racines et l'analyse des tiges ont été oubliées dans le cours de l'exécution : néanmoins, comme il ne s'agit ici que de comparaisons et qu'il y a, pour une même espèce de tabac, proportionnalité entre les poids des racines, tiges et feuilles, les rapports déduits dans cette Note des feuilles, parties principales, peuvent être appliqués aux végétaux entiers, en attendant que de nouvelles expériences, en cours d'exécution, viennent fournir des résultats plus précis.

» Ayant constaté la pauvreté de A en matières minérales, j'avais à examiner dans quelle mesure la composition immédiate du tabac se ressentait de la privation de ces matières : j'ai donc déterminé la proportion des principes immédiats les mieux connus, dans mes deux sortes de feuilles :

	A.	B, C, D.
Nicotine	1,32 pour 100	2,14 pour 100
Acide oxalique (supposé anhydre)	0,24	0,66
Acide citrique (id.)	1,91	2,79
Acide malique (id.)	4,68	9,48
Acide pectique séché à 100 degrés	1,78	4,36
Résines vertes	4,00	5,02
Cellulose	5,36	8,67
Amidon	19,30	1,00
Matières azotées	17,4	18,00

» Ce tableau montre combien la composition chimique a été profondément altérée, faute de matières minérales, alors que les caractères physiques ne paraissaient nullement modifiés.

» La production des acides a été diminuée de moitié au moins, celle des corps neutres, comme les résines, la cellulose, a souffert dans une moindre mesure; la matière azotée n'est pas sensiblement diminuée. Serait-ce que sa formation se trouve seulement en relation avec l'acide phosphorique, aussi abondant dans les feuilles de A qu'en B, C, D?

» L'amidon présente un taux tout à fait extraordinaire; je n'en ai jamais trouvé que de très-faibles quantités dans nombre de tabacs analysés; A en contient près de 20 pour 100; aussi suffit-il de laver les feuilles à l'eau froide, puis de faire bouillir, de filtrer et traiter le liquide par l'alcool, pour obtenir un volumineux précipité d'amidon. Il est difficile de ne pas voir dans cette proportion anormale une conséquence et un développement

des faits étudiés par MM. Von Mohl, Nœgeli, Gris, Sachs, etc., à savoir : que la matière amylacée est le premier produit de l'assimilation du carbone et de l'eau. M. Boussingault a énoncé la même conclusion, à la suite de ses beaux travaux sur la décomposition de l'acide carbonique et les fonctions des feuilles. La simple expérience que je viens de rapporter s'explique rationnellement en partant de cette théorie. La végétation du tabac est-elle dans des conditions normales, la matière minérale est appelée selon les besoins de la plante, et l'amidon, formé tout d'abord, se transforme au fur et à mesure en principes immédiats; mais quand la transpiration est réduite dans de fortes proportions (au quart dans mon expérience) et que par suite la matière minérale fait défaut, une portion de l'amidon demeure sans emploi, et il n'est pas surprenant de trouver cette matière accumulée dans le végétal. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Étude sur les gaz produits par les fruits.* Note de **MM. G. Lechartier** *et* **F. Bellamy.**

« Depuis le jour où le fruit est séparé de l'arbre, il est le siége de transformations nombreuses. Déjà les travaux de MM. Decaisne et Fremy, ceux de M. Cahours, ont résolu les principaux points de cette importante question. La conservation des pommes est intimement liée à la fabrication du cidre ; c'est l'étude de cette fabrication qui nous a conduits à nous occuper de ce sujet.

» Les fruits ont été introduits dans de larges éprouvettes à pied, d'un litre environ de capacité. L'éprouvette était fermée par un bouchon recouvert d'une couche de mastic; un tube, dont l'ouverture était constamment maintenue sous le mercure, conduisait les gaz dégagés dans une éprouvette graduée. Cinq à six pommes pesant de 300 à 400 grammes pouvaient tenir citrons, des aisément dans l'appareil.

» Le premier fait observé est une diminution de pression.

» La pression augmente ensuite et du gaz se dégage de l'éprouvette, d'une manière régulière. On ne retrouve jamais d'oxygène, même dans les premières bulles du gaz dégagé qui contient seulement de l'acide carbonique et de l'azote. Ces phénomènes ont été observés sur des pommes, des cerises et des groseilles.

» Cette absorption de l'oxygène par les fruits était déjà signalée en 1864 par M. Cahours (1), qui a reconnu aussi que le volume d'acide car-

(1) *Comptes rendus*, t. LVIII.

bonique produit est de beaucoup supérieur au volume de l'oxygène absorbé.

» A partir du jour où le dégagement de l'acide carbonique a commencé, il ne s'effectue pas toujours avec la même rapidité.

» Cinq pommes, pesant ensemble 348 grammes et mises en éprouvette parfaitement saines, ont produit, depuis le 19 janvier jusqu'au 15 juillet de cette année, 6648 centimètres cubes d'acide carbonique. Mais la vitesse du dégagement n'a pas été constante.

	Gaz dégagé.
	cc
Du 3 au 13 février	309,0
Du 1er au 10 mars	45,7
Du 11 mars au 10 avril	0,0
Du 10 avril au 20 avril	41,0
Du 25 juin au 5 juillet	1184,0

» Le dégagement s'effectue d'abord d'une manière uniforme, puis il se ralentit, s'arrête complétement pendant un certain temps, pour reprendre ensuite avec des vitesses croissantes, supérieures à celles qu'on observe pendant la première période. Ces variations sont très-sensibles avec les pommes et les citrons. Pour les cerises et les groseilles, l'intervalle qui sépare les deux périodes extrêmes est très-court.

» Dans l'expérience que nous venons de citer, le mouvement gazeux s'accélère pendant les mois de mai, juin, juillet. L'élévation de température qui se produit à cette époque de l'année a pu faciliter les transformations qui s'opèrent à l'intérieur de la pomme et qui sont la cause du mouvement gazeux. Mais l'action de la température dans cet arrêt de la production de l'acide carbonique n'est que secondaire.

» 339 grammes de pommes mises en éprouvette le 15 mars, après avoir donné, jusqu'au 8 mai, 1440 centimètres cubes de gaz, sont restées inactives jusqu'au 7 juin, et au 19 juillet le volume total d'acide carbonique recueilli était de 1523 centimètres cubes.

» Si l'on compare les volumes de gaz sortis des éprouvettes pendant le jour et pendant la nuit, on observe que la rapidité du dégagement est, en général, plus grande pendant le jour que pendant la nuit. Le dégagement peut même s'arrêter avec le coucher du soleil, pour ne reprendre que le lendemain avec la réapparition de la lumière. Voici trois faits, pris parmi plusieurs milliers.

» 348 grammes de pommes, mises en éprouvette le 14 janvier, ont donné par heure :

	Nuit.	Jour.
	cc	cc
28 janvier	1,2	4,1
29 janvier	1,1	3,4
30 janvier	0,0	7,6

» La lumière paraît donc avoir une influence notable sur le mouvement gazeux dans les fruits. Nous avons reconnu qu'il est possible d'expliquer les variations observées dans le dégagement de l'acide carbonique, du jour à la nuit et d'un jour au suivant, au moyen des variations de température et de pression qui se produisent pendant ces divers intervalles de temps.

» L'éprouvette contenant les pommes a été placée au centre d'un vase de verre dans lequel on faisait circuler de l'eau maintenue à une température constante.

» L'action de la lumière s'exerçait à travers le verre et l'eau, et, dans ces conditions, on n'a plus observé de différence entre les vitesses de dégagement le jour et la nuit.

» Le 7 juin, à $8^h 15^m$ du matin, une éprouvette contenant 348 grammes de pommes a été mise dans l'eau dont la température était 15 degrés. La température de l'atmosphère de l'éprouvette était 19 degrés. Le dégagement du gaz n'a recommencé que le 8 juin, entre 2 et 3 heures du matin.

	Jour.	Nuit.	Gaz dégagé.	Vitesse.
			cc	cc
Le 8 juin	14^h		32,3	2,2
		$10^h,5$	23,9	2,2
Le 9 juin	10		24,8	2,4

» La vitesse moyenne pendant toute la durée du dégagement est $2^{cc},3$.

» La pression atmosphérique qui n'a pas varié, le 7 et le 8 juin, est descendue, le 9 juin, de $764^{mm},4$ à $761^{mm},4$.

» On a laissé ensuite la température de l'eau s'élever peu à peu de 15 degrés à $19°,6$, et le volume de gaz dégagé pendant la nuit a été au minimum $94^{cc},4$ pour un intervalle de treize heures et demie.

» Tant que la température n'a pas varié, la vitesse de dégagement du gaz a été constante. En l'absence de la lumière, la vitesse a triplé pour une élévation de température de $4°,6$. Pendant le jour, un refroidissement de 4 degrés a produit un arrêt, qui n'a cessé qu'au moment où la quantité d'acide carbonique produit par les pommes est devenue égale à la contraction des gaz à l'intérieur de l'éprouvette.

» On peut même déduire des nombres cités plus haut que, dans l'expérience précédente, la contraction s'est élevée à 11 centimètres cubes pour

un abaissement de température de 1 degré. Une expérience directe a montré que la dilatation produite par un échauffement de 1 degré s'élevait à $11^{cc},4$.

» L'influence de la pression a été trouvée égale à $1^{cc},1$ pour une variation de 1 millimètre.

» Si l'on calcule au moyen de ces nombres le volume du gaz, qui, produit pendant la nuit, n'est pas sorti de l'éprouvette par suite des variations de température et de pression; qu'on l'ajoute au volume du gaz dégagé en l'absence de la lumière, en même temps qu'on le retranche de celui qui a été recueilli pendant le jour, on obtient des nombres identiques à ceux que l'on eût observés si le dégagement s'était opéré avec une vitesse constante.

» Le volume intérieur de l'éprouvette était 873 centimètres cubes. Une dilatation de 11 centimètres cubes pour une élévation de température de 1 degré paraît tout d'abord hors de proportion avec ce volume : mais il faut remarquer que le gaz de l'éprouvette était de l'acide carbonique presque pur, et les pommes qui étaient renfermées contenaient 308 centimètres cubes d'eau, saturée de ce même gaz sous la pression atmosphérique. Le coefficient de solubilité de l'acide carbonique varie de 0,183 entre 10 et 15 degrés, et de 0,101 entre 20 et 25 degrés; de sorte que le calcul seul indique qu'il doit sortir de l'éprouvette :

$66^{cc},2$ de gaz pour un échauffement de	10	à	15	degrés
$41^{cc},0$ » »	15		20	»

» Les nombres fournis par l'expérience sont intermédiaires entre ces deux résultats.

» En résumé, pendant tout l'intervalle de temps où la production des gaz par les fruits peut être considérée comme constante, les variations que l'on observe dans leur dégagement peuvent s'expliquer par les seules variations de température et de pression, sans qu'il soit nécessaire de faire intervenir l'influence de la lumière.

» La lumière peut-elle activer les réactions qui se produisent dans les fruits à l'abri de l'air, rendre plus courte la période d'arrêt dans la production de l'acide carbonique et hâter l'arrivée de cette période où son dégagement devient très-rapide? Nous pourrions citer des observations qui tendent à le faire admettre. Mais elles ne nous semblent pas suffisamment concluantes, et nous instituons, en ce moment, des expériences où nous éliminons autant que possible toutes les influences perturbatrices.

» Dans une prochaine Note, nous prouverons que les fruits soustraits à l'action de l'air sont soumis à une véritable fermentation alcoolique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelle synthèse de l'acide naphtaline-carboxylique.* Note de **M. A. Eghis**, présentée par M. Wurtz.

« Lorsqu'on chauffe pendant plusieurs heures, de 105 à 110 degrés, dans un ballon surmonté d'un réfrigérant ascendant, un mélange de naphtaline monobromée, bouillant de 276 à 278 degrés, avec de l'éther chloroxycarbonique, en présence de l'amalgame de sodium (à 1 pour 100), il se dégage beaucoup de gaz carbonique, d'oxyde de carbone et même un gaz qui brûle avec une flamme verte; le mélange, liquide auparavant, se convertit en une masse solide poreuse. Après avoir épuisé cette masse à l'éther ordinaire, on obtient un résidu qui n'est pas soluble dans l'eau, mais qui se dissout dans la benzine et dans le sulfure de carbone bouillant. La solution chaude de sulfure de carbone, en se refroidissant, dépose de petites tablettes blanches qui fondent à 243 degrés et qui contiennent du mercure : c'est le mercure naphtyle, déjà décrit par MM. Otto et Moriès (*Zeitschrift für Chemie*).

» La solution éthérée de la masse laisse, après la distillation de l'éther, un liquide brun, lequel, saponifié par la potasse alcoolique et traité ensuite par l'acide chlorhydrique, donne un précipité volumineux, qui retient mécaniquement une quantité assez considérable de naphtaline bromée inattaquée. On purifie ce précipité en le lavant d'abord à l'eau froide, et en le faisant ensuite cristalliser plusieurs fois dans l'eau bouillante. Les cristaux ainsi obtenus ont la forme de petites aiguilles blanches; ils n'ont aucune odeur, se dissolvent facilement dans l'alcool et l'éther, sont assez solubles dans l'eau bouillante et très-peu solubles dans l'eau froide; leur point de fusion est à 160 degrés. Les analyses que j'ai faites de ce corps m'ont donné les nombres suivants :

C......	76,57	76,32
H......	7,85	4,94

» Ces nombres correspondent à la formule $C^{11}H^8O^2$ ou $C^{10}H^7(CO^2H)$. La réaction qui donne naissance au nouveau corps peut être expliquée par l'équation suivante :

$$C^{10}H^7Br + CO\left\{\begin{matrix} O.C^2H^5 \\ Cl \end{matrix}\right. + Na^2 = NaCl + NaBr + C^{10}H^7.CO^2(C^2H^5).$$

» Ce corps $C^{11}H^8O^2$ a été préparé par M. A.-W. Hofmann avec le cyanure

de naphtyle provenant de l'oxalate de naphtylamine, et par M. Merz avec le cyanure de naphtyle, préparé au moyen du sulfonaphtylate de potassium. Il y a une différence dans le point de fusion des corps obtenus par ces deux procédés. L'acide de M. Hofmann fond à 160 degrés et celui de M. Merz à 140 degrés; le mien fond aussi à 160 degrés.

» M. Hofmann nomme ce corps *acide ménaphtoxylique* ou *acide naphtaline-carboxylique*. M. Ad. Wurtz a obtenu, il y a peu de temps, quelques acides aromatiques (benzoïque, toluique, etc.) en faisant réagir l'éther chloroxycarbonique en présence de l'amalgame de sodium sur les dérivés monobromés des hydrocarbures aromatiques, et il m'a engagé à étudier la réaction des mêmes réactifs sur la naphtaline monobromée.

» Ces recherches ont été faites au laboratoire de M. Wurtz. »

SÉRICICULTURE. — *Sur la sériciculture en Corse.* Note de **M. Maillot.**

« La Corse est une des rares contrées où les vers à soie n'ont pas cessé de prospérer, tandis que sur le continent la maladie régnait d'une manière à peu près générale. Sans doute l'isolement du pays, la douceur de son climat, le petit nombre des éducations devaient produire cette situation exceptionnelle. Pourtant la maladie s'y est montrée visiblement en 1866, mais seulement dans certains cantons; c'est ce que constate l'Enquête agricole faite cette année-là (*voir* le *Rapport de M. Abbatucci*, p. 61, 68, 122, etc.). Depuis, en 1867 et 1868, on a pu croire que le mal était resté stationnaire, peut-être même qu'il était en voie de décroissance : ce serait une erreur complète. Malheureusement cette opinion a été soutenue dans divers Rapports adressés au Ministre de l'Agriculture, et il en est résulté qu'au lieu de chercher quelque remède au mal, on lui a laissé prendre des proportions excessives.

» A la suite des expériences faites par M. Pasteur en 1868, M. de Casabianca conçut le projet d'appliquer en Corse ses procédés rigoureux de sélection, dont il appréciait toute la supériorité; il me proposa dans ce but d'utiliser ses propres plantations de mûriers, qui sont situées près de la côte orientale, dans la partie nord de l'île. L'exécution de cette tâche ne me parut pas trop difficile, et je me rendis en Corse avec l'approbation de M. Pasteur. Aujourd'hui les résultats des éducations sont connus, et mon devoir est d'en rendre compte, sans m'écarter du simple exposé des faits.

» J'entrepris d'abord l'éducation de six lots de graines qui m'avaient été

remises par M. Pasteur, et qui provenaient de grainages faits en grand, selon ses méthodes. Toutes réussirent très-bien, et, malgré mon peu d'expérience, malgré divers petits accidents, j'obtins plus de 40 kilogrammes à l'once de 25 grammes, pour cinq de mes lots, et 30 kilogrammes pour le sixième. J'avais négligé tous les vers en retard sur la masse, visant plus à la qualité qu'au rendement, et quand la montée fut achevée, j'eus tout lieu de croire que ces cocons fourniraient d'excellente graine.

» Pendant ce temps, que se passait-il chez les autres éducateurs? L'état des chambrées était loin d'être aussi satisfaisant. Quatre lots, que j'avais condamnés avant l'éclosion, sur l'examen des graines, périrent en totalité. Plus de 150 onces d'autres graines, élevées par des Italiens habiles praticiens, ne parvinrent pas à la quatrième mue, ou n'y survécurent guère. Plusieurs autres éducations ne donnèrent non plus aucune récolte, soit à Bastia, soit aux environs. La provenance Porto-Vecchio ne réussit pas mieux. Bref, je trouvai partout une ruine complète par les corpuscules; il n'y eut d'exceptions que pour quelques chambrées, dix environ, provenant de graines de Cervione, d'Urtaca, ou du cap Corse : celles-là donnèrent une récolte de cocons très-satisfaisante.

» Il restait à examiner au microscope les chrysalides de ces éducations réussies : ce moment est critique pour le producteur de graines, tout autant que l'époque de la montée pour celui qui cherche seulement à obtenir des cocons. Grand fut mon désappointement, quand je reconnus, dans ma propre récolte, une très-forte infection corpusculeuse. Le meilleur lot offrit 10 pour 100 de chrysalides malades, peu de temps avant leur changement en papillons; il était donc impossible de faire grainer en masse, et je dus me borner à un grainage cellulaire. Je fus bien plus surpris encore à l'examen des échantillons des autres éducations, tant de Cervione que de Bastia et du Cap : les chrysalides, encore très-peu âgées, avaient déjà 80, 90 et quelquefois 100 pour 100 de malades. Cette infection venait ici évidemment de la graine, tandis que les 10 pour 100 de mes chambrées peuvent bien avoir eu pour cause les poussières corpusculeuses qui ont dû remplir la plaine vers la fin des éducations.

» De ces lots détestables, les uns furent étouffés aussitôt d'après mon conseil, les autres conservés pour le grainage; heureusement plusieurs de ces derniers donnèrent un si grand nombre de papillons de mauvais aspect, que l'on s'arrêta presque forcément. Je conseillai de petits grainages cellulaires; cette méthode est seule capable de régénérer ces races, et, bien qu'on ait dû l'appliquer dans des conditions peu avantageuses et sur une échelle

fort restreinte, je ne doute pas qu'on n'obtienne l'année prochaine de ces petits lots de très-bons résultats.

» En présence de ces faits, ce serait une dérision de prétendre que, dans la Corse, la maladie est en décroissance où stationnaire. Je n'ai pas trouvé, je le répète, malgré le désir que j'en avais, un seul lot de cocons dont l'état de santé fût satisfaisant, ni au Cap, ni dans la Balagne, ni dans le pays d'Orezza, ni dans toute la plaine qui s'étend de Bastia à Aleria. Cet état de choses malheureux n'est que la conséquence fatale de ce qui existait en 1866 : les échecs ont été, d'année en année, plus nombreux ; en 1868, beaucoup d'éducations ne donnèrent déjà pas de produit en cocons, notamment en Balagne, où les éducateurs découragés ont laissé, cette année, presque toute la feuille sans emploi. Et pourtant il eût été facile de faire d'excellents grainages cellulaires, il y a deux ans, ou même l'année dernière; toutes les chambrées dont la graine a donné quelque produit cette année étaient alors d'une qualité suffisamment bonne.

» Cependant je suis loin de croire que la situation de la Corse soit désespérée : une chose m'a frappé surtout, c'est l'absence complète de la maladie des morts-flats, qui sévit au contraire avec tant de force dans nos départements du Midi. Je n'ai pas vu mourir un seul ver de cette affection, ni dans mes éducations, ni dans toutes celles que j'ai pu observer dans le voisinage. Partout la maladie des corpuscules exclusivement; mais il paraît facile d'éloigner celle-ci par l'application rigoureuse de la méthode de M. Pasteur; et, dès lors, on aurait en Corse des chances de réussite tout à fait exceptionnelles. Que l'on parte d'une graine rigoureusement pure, qu'on l'élève dans des localités choisies, bien isolées, et tout nous permet de croire qu'elle se multipliera d'année en année en restant saine : la Corse deviendra donc bientôt un centre d'approvisionnement pour les éducateurs du continent français. Cette mesure trouverait un appui, j'en ai la certitude, auprès de M. de Casabianca, qui se préoccupe toujours avec tant de sollicitude des intérêts de son pays, et peut-être verrions-nous, dans un avenir prochain, les sériciculteurs oublier enfin le Japon et tourner tous leurs efforts vers l'éducation des races indigènes. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la visibilité des divers rayons du spectre pour les animaux.* Note de **M. P. Bert**, présentée par M. Milne Edwards.

« Tous les animaux voient-ils les rayons que nous appelons lumineux dans le spectre? En voient-ils que nous ne voyons pas? S'il y a identité dans

l'étendue de la perception du spectre lumineux pour eux et pour nous, y a-t-il aussi identité dans l'énergie relative des sensations visuelles dans les régions diverses du spectre?

» Ces questions, qui ont jusqu'ici beaucoup plus préoccupé les philosophes que les physiologistes, n'ont jamais été étudiées par la voie expérimentale. Et cependant elles présentent un intérêt non douteux pour la philosophie naturelle. Ne pouvant expérimenter sur des animaux appartenant à toutes les classes du règne animal, j'en ai choisi, du moins, d'aussi éloignés de nous que possible, et par leur constitution générale et par la structure de leur œil.

» Les *Daphnies puces*, petits crustacés presque microscopiques, si communs dans nos eaux douces, sont très-sensibles à la lumière, et, pendant la nuit, s'approchent vivement d'un flambeau qu'on leur présente. J'ai mis à profit cette particularité.

» Un certain nombre de ces animaux sont placés dans un vase obscur, où la lumière ne peut pénétrer qu'à travers une fente étroite. Si l'on fait tomber sur cette fente une région quelconque du spectre fourni par la lumière électrique, on voit les petites Daphnies qui, jusque-là, nageaient indifféremment dans tous les points du liquide, se rassembler en foule dans la direction de la fente devenue pour nous lumineuse. On les fait ainsi accourir, qu'on leur envoie les rayons rouges, les rayons violets ou la série intermédiaire. Ainsi, premier point établi, ces animaux perçoivent à l'état lumineux tous les rayons que nous voyons nous-mêmes.

» Quand on amène sur la fente la région ultra-violette du spectre, si sa lueur est assez faible pour que nous n'éprouvions pas (conditions ordinaires, prismes de flint-glass) de sensation bien nette, les Daphnies paraissent y être tout à fait indifférentes. Mais la chose est bien plus saisissante à l'autre extrémité du spectre. Dans le rouge extrême, là où nous percevons très-bien la lumière, les Daphnies s'agitent et s'empressent; mais à peine a-t-on, en faisant tourner le prisme, amené sur la fente la région obscure moins réfrangible, qu'immédiatement elles se détournent et se dispersent dans le vase tout entier; cette région si riche en rayons non visibles pour nous n'est donc pas aperçue par elles. Donc, second point établi, ces animaux ne perçoivent à l'état lumineux aucun des rayons que nous ne voyons pas nous-mêmes.

» En examinant l'action successive des régions diversement colorées du spectre, il est facile de constater que les animaux arrivent d'autant plus vite que la région en expérience nous paraît plus brillante. Ainsi le jaune,

le rouge, le vert les attirent beaucoup plus vite que le bleu et surtout le violet. Mais le résultat est bien plus manifeste lorsque agissent simultanément tous les rayons du spectre lumineux. Sur une cuve à glaces parallèles, peuplée d'une grande quantité de Daphnies, on fait tomber le spectre, dont l'étendue visible occupe environ la moitié de la longueur de la cuve. Aussitôt, tous les petits animaux se mettent en mouvement; l'immense majorité se groupe dans les rayons de la région moyenne, de l'orangé au vert; on en voit encore un certain nombre dans le rouge; il y en a beaucoup moins dans le bleu, ils deviennent de plus en plus rares à mesure qu'on s'avance vers l'extrémité la plus réfrangible, et on n'en voit presque pas au delà du rouge et dans l'ultra-violet.

» Ainsi les rayons dont l'intensité lumineuse est pour eux la plus grande sont aussi ceux qui sont pour nous les plus éclairants : les rayons jaunes tiennent la tête. Donc, troisième point établi, l'énergie relative des sensations visuelles dans les régions diverses du spectre est la même chez ces animaux et chez nous.

» Si, maintenant, nous considérons, d'une part, la structure de nos yeux et celle si différente de l'œil unique des Daphnies (œil composé sans facettes), d'autre part, la distance énorme qui sépare les types zoologiques, nous sommes, jusqu'à un certain point, autorisés à généraliser les conclusions précédentes, et à admettre, jusqu'à preuve contraire, que tous les animaux, dans la série entière, voient les mêmes rayons et qu'ils les voient avec la même intensité relative. En d'autres termes, qu'il y a, entre la nature de la matière nerveuse, envisagée d'un côté dans certaines terminaisons périphériques, d'un autre côté dans certains centres ganglionnaires, et la force vive des vibrations éthérées dont la longueur d'onde est comprise environ entre huit cents et trois cents millionièmes de millimètre, des relations telles que, chez tous les animaux, cette force vive peut se transformer en une impression, puis donner naissance à une sensation et même à une perception identiques pour chaque rayon pris en particulier. »

M. Bedford transmet à l'Académie une traduction d'un opuscule qu'il a publié sous le titre « Système astronomique Bedfordien ».

Le but de l'auteur est « d'attirer l'attention de l'Académie sur la réclamation qu'il croit pouvoir formuler, comme ayant été le premier révélateur de la relation entre les météores et les comètes, relation qui a été vérifiée par divers astronomes ».

La séance est levée à 5 heures un quart. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 2 août 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

Théorie des machines motrices et des effets mécaniques de la chaleur; leçons faites à la Sorbonne par M. REECH, *recueillies et rédigées par* M. E. LECLERT. Paris, 1869; in-8°. (Présenté par M. Combes.)

Annales des Sciences physiques et naturelles, d'Agriculture et d'Industrie, publiées par la Société impériale d'Agriculture, etc., de Lyon, 3e série, t. XI, 1867. Lyon et Paris, sans date; in-8° avec planches.

Analyse des sources de Santa-Catalina et Guadalupe (grande île Canarie); par M. le Dr C. MÉHU, *avec une Notice sur l'emploi médical de ces eaux; par* M. le Dr Ch. LASÈGUE. Paris, 1869; br. in-8°.

Essai d'une théorie du vol des oiseaux, des chauves-souris et des insectes. Traité populaire, accompagné de xylographies; par M. C.-J.-L. KRARUP-HANSEN. Paris et Copenhague, 1869; br. in-8°.

Coup d'œil sur les principes qui servent de base aux classifications botaniques modernes; par M. D. CLOS. Toulouse, sans date; br. in-8°. (Extrait des *Mémoires de l'Académie impériale des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse.*)

Principe universel de la vie, du mouvement et de l'état de la matière; par M. P. TRÉMAUX : *Base expérimentale et applications,* 2e édition. Paris, 1869; opuscule in-8°.

Sperienze... *Expérience d'électrologie; Note par* M. G. CANTONI. Milan, 1869; in-8°.

Sulla... *Sur la théorie générale du paramètre différentiel; Mémoire par* M. le prof. E. BELTRAMI. Bologne, 1869; in-4°.

Giornale... *Journal des Sciences naturellees et économiques, publié par les soins du Conseil de perfectionnement de l'Institut technique de Palerme,* 1868, t. IV, fascicule 4. Palerme, 1868; in-4°.

A sua... *A Son Excellence M. le Ministre des Finances, lettre de* M. G. LAULETTA. Potenza, 1869; 2 pages in-4°.

Teoria... *Théorie des coordonnées curvilignes dans l'espace et dans les surfaces; par* M. D. CHELINI. Bologne, 1869; in-4°.

Nuova... *Nouvelle démonstration élémentaire des propriétés fondamentales des axes conjugués de rotation et des axes permanents; par* M. D. CHELINI. Bologne, 1869; in-4°.

Della... *De la courbure des superficies comme méthode directe et intuitive; par* M. D. CHELINI. Bologne, 1868; in-4°.

Sulla... *Sur la conversion en bon charbon de terre anglais des lignites et des tourbes qui abondent dans quelques cantons de l'Italie; par* M. le prof. ZANTEDESCHI. Venise, 1869; opuscule in-8°.

Sull'... *Sur l'existence des lignes longitudinales du spectre solaire. Nouvelles observations faites par* M. Janssen *aux Indes*. Note du prof. ZANTEDESCHI. Venise, 1869; opuscule in-8°.

Meteorologischen... *Observations météorologiques faites à Dorpat pendant l'année* 1868, *rédigées et calculées par* M. Arth. DE ŒTTINGEN, 2e année. Dorpat, 1869; br. in-8°.

Die... *L'aiguille Trockaart pour la ponction et la transfusion; par* M. BRESGEN. Berlin, 1869; opuscule in-8°.

Abhandlungen... *Mémoires de l'Académie royale des Sciences de Berlin*, 1868. Berlin, 1868; in-4°.

The... *Quinologie des plantations des Indes orientales; par* M. J. ÉLIOT HOWARD. Londres, 1869; in-folio avec planches.

Flora croatica auctoribus Dr Josepho Calasantio SCHLOSSER, *equite* DE KLEKOVSKI, *et* Ludovico Nob. DE FARKAS-VUKOTINOVIC. Zagrabiæ, 1869; br. in-8°.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE JUILLET 1869.

Annales de Chimie et de Physique; juillet 1869; in-8°.

Annales de l'Agriculture française; 15 et 30 mai 1869; in-8°.

Annales de la Société d'Hydrologie médicale de Paris; 8e et 9e livraisons, 1869; in-8°.

Annales de l'Observatoire Météorologique de Bruxelles; nos 5 et 6, 1869; in-4°.

Annales des Conducteurs des Ponts et Chaussées; mai 1869; in-8°.

Annales du Génie civil; juillet 1869; in-8°.

Annales médico-psychologiques; juillet 1869; in-8°.

Atti dell' Ateneo Veneto; t. XIV, 8e cahier, 1869; in-8°.

Bibliothèque universelle et Revue suisse. Genève, n° 139, 1869; in-8°.

Bulletin de l'Académie impériale de Médecine; nos des 30 juin et 15 juillet 1869; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique; n° 6, 1869; in-8°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale; mai et juin 1869; in-4°.

Bulletin de la Société française de Photographie; juin 1869; in-8°.

Bulletin de la Société Géologique de France; n° 2, 1869; in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse; juin et juillet 1869; in-8°.

Bulletin général de Thérapeutique; 30 juin, 15 et 30 juillet 1869; in-8°.

Bulletin hebdomadaire de l'Agriculture; nos 27 à 31, 1869; in-8°.

Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche et fisiche; février 1869; in-4°.

Bullettino meteorologico dell' Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto; n° 5, 1869; in-4°.

Bullettino meteorologico del R. Osservatorio del Collegio Romano; n° 6, 1869; in-4°.

Catalogue des Brevets d'invention; n° 12, 1869; in-8°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences; nos 1 à 4, 2e semestre 1869; in-4°.

Cosmos; nos des 3, 10, 17, 24, 31 juillet 1869; in-8°.

Gazette des Hôpitaux; nos 75 à 89, 1869; in-4°.

Gazette médicale de Paris; nos 27 à 31, 1869; in-4°.

Il Nuovo Cimento... *Journal de Physique, de Chimie et d'Histoire naturelle;* juin 1869; in-8°.

Journal d'Agriculture pratique; nos 26 à 30, 1869; in-8°.

Journal de Chimie médicale, de Pharmacie et de Toxicologie; juillet 1869; in-8°.

Journal de l'Agriculture; nos 72 et 73, 1869; in-8°.

Journal de la Société impériale et centrale d'Horticulture; mai et juin 1869; in-8°.

Journal de l'Éclairage au Gaz; nos 7 et 8, 1869; in-4°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées; juin 1869; in-4°.

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 AOUT 1869.

PRÉSIDENCE DE M. CLAUDE BERNARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Réponse aux observations présentées par* M. Le Verrier, *dans la séance du* 26 *juillet dernier; par* **M. Balard.**

« Je regrette d'avoir encore à occuper l'Académie d'une question qui n'aurait pas même dû s'agiter devant elle; mais je trouve, dans les dix pages de réponse que notre confrère M. Le Verrier a cru devoir faire à mes modestes observations, une appréciation si inexacte de ce que j'ai dit et de ce que j'ai écrit, que je demande la permission de ramener en quelques mots la question sur son véritable terrain.

» Je regrette vivement aussi que *notre* confrère ait été forcé de quitter cette séance, dans laquelle il savait que j'allais prendre la parole, sans attendre qu'elle m'eût été donnée. Je ne veux cependant pas prolonger indéfiniment cet incident et retarder encore une rectification que j'aurais voulu faire séance tenante le jour où a eu lieu la discussion, et qui, sans mon absence, eût dû avoir lieu lundi dernier.

» M. Le Verrier, pour s'excuser de n'avoir pas reproduit dans son Résumé de la discussion ce qui en indique l'origine, répond « que ce passage » ne lui avait pas alors paru indispensable. » Eh bien! je le regrette; à sa place, c'est par lui que j'eusse commencé; j'aurais ainsi donné immédiatement la mesure de mon impartialité. Puis il ajoute à la page suivante : « Que me reprochez-vous de n'en avoir pas dit assez lorsque vous avez » commencé en m'accusant d'être trop long? » Sans doute. Je lui reproche

d'avoir été long dans l'attaque, et je ne puis pas dire seulement court dans les citations qui pouvaient être favorables à notre confrère, puisque celles-ci ont été supprimées tout à fait.

» M. Le Verrier ajoute : « Le passage qui ne m'avait pas alors paru in-
» dispensable prend une signification toute particulière, mais tout à fait
» contraire à ce que semble insinuer M. Balard..... et vous verrez tout à
» l'heure pourquoi il a de telles réticences. » Ce *pourquoi*, c'est que j'aurais par là espéré faire croire à l'Académie que M. Chevreul était encore aujourd'hui convaincu de l'authenticité des écritures discutées. Or, comme je sais depuis longtemps qu'il n'en est plus ainsi, je suis accusé par M. Le Verrier d'avoir *insinué*, disons-le nettement, une *fausseté* dans l'esprit de mes confrères.

» Dans la phrase de ma Communication, où, disant que M. le Président adressait à notre confrère M. Chasles l'invitation de publier ses Pièces, j'ajoute : *dans le but évident d'augmenter l'intérêt des séances de l'Académie*, M. Le Verrier a su lire l'intention de rendre M. Chevreul responsable de ce qu'il appelle *la déplorable* campagne de notre confrère, et il en conclut que je veux me couvrir de l'autorité du Président de 1867. Je ne lui envie pas cette triste perspicacité. J'espère qu'elle est à son usage spécial et que personne de ceux qui m'ont lu n'a compris autre chose que mon désir de prouver, en rappelant un fait, passé sous silence, que M. Chasles avait abordé la question qui s'agite sans une étude suffisante de ses Documents et sur l'invitation du Président, qui est pour nous tous ici l'objet d'une si grande déférence. En faisant ressortir avec tant de vivacité les variations de M. Chasles dans des opinions de détail qui n'avaient pu se former en quelque sorte qu'au jour le jour, il eût été juste de faire connaître les circonstances qui donnent une explication si naturelle de ces changements successifs.

» J'avais reproché à M. Le Verrier le refus systématique qu'il faisait de regarder les Pièces sur lesquelles nous discutons actuellement, c'est-à-dire les reproductions de la Lettre à Rinuccini, bien qu'elles fussent déposées dans les archives de l'Académie depuis quinze jours. « Je ne veux pas exa-
» miner les Pièces, dites-vous, en êtes-vous certain? » réplique notre confrere, et alors il nous raconte l'examen qu'il a fait, il y a six mois, de Documents attribués à Louis XIV, à Cassini, etc., et qui n'ont absolument rien à faire à ce qui s'agite en ce moment. A qui M. Le Verrier fera-t-il croire qu'en détournant ainsi la question, il contribue à l'éclaircir? Il ajoute qu'il s'est refusé et qu'il se refuse à se laisser entraîner à une besogne « qui, dit-il
» n'est pas mon affaire, et dans laquelle on aurait espéré d'avoir facilement

» raison de moi aux dépens de la vérité. » Notre confrère est trop modeste, et il se méfie trop et de sa résistance à mes entraînements et de l'universalité de ses aptitudes. Quand j'ai mis sous ses yeux la photographie qui a déjà été examinée par la Commission de Florence, et que, comparant l'écriture avec celle de Galilée qu'il venait de recevoir, je lui faisais sentir les différences et les motifs de ma conviction, qui ne me permettaient de l'attribuer ni à Galilée ni à son fils, il a saisi toutes mes démonstrations avec une admirable facilité. Mais alors pourquoi n'a-t-il pas voulu appliquer les mêmes facultés à l'examen de la nouvelle Lettre produite par M. Chasles? Cette besogne ne cesserait-elle d'être son *affaire* que quand elle contrarie ses idées? Eh bien! s'il eût suivi mon conseil, il eût peut-être évité plus d'une erreur, entre autres celle d'affirmer que la Pièce avait été copiée sur la dernière édition de Galilée, publiée par Alberi. Dans la seconde Pièce que M. Chasles a fait photographier en dernier lieu et qui porte pour indication *M. à garder*, les lettres qui ne doivent pas figurer dans l'orthographe italienne substituée, peu de temps après la mort de Galilée, à celle qu'il employait, ont été barrées, comme si, se méfiant du copiste à qui l'on demandait la reproduction de cette Pièce avec l'orthographe nouvelle, on avait voulu le mettre en garde contre sa propre inattention; et c'est très-probablement sur cette minute que la copie a été faite. Si M. Le Verrier avait voulu, malgré son dégoût, jeter un coup d'œil sur cette minute, il ne se fût pas laissé entraîner à dire à l'Académie et à la Commission de Florence que celle qu'il incrimine était une copie faite sur l'édition d'Alberi, et que par conséquent elle datait en quelque sorte d'hier (1).

« Mais, dit M. Le Verrier, si j'ai refusé à M. Balard de traiter des écri-

(1) En attendant que la Commission de Florence puisse se livrer à cet examen, je crois devoir dire à l'Académie, qu'à l'exception du mot *parra*, qui ne porte pas d'accent grave, les fautes d'accentuation signalées dans la première Pièce n'existent pas. On trouve cependant encore *linterposizione* au lieu de *la interposizione*, que cette Commission regarde comme plus conforme aux habitudes du temps. Le mot *scuelo* n'y figure pas, bien entendu, mais celui qui exprime l'école est écrit *scuole*, et non pas *squole* qui paraît à la Commission plus conforme à l'orthographe ancienne. La forme de tous les caractères est bien celle de l'écriture de Galilée, reproduite par l'isographie. Cependant celle des *p*, un peu différente, me paraît se rapprocher de celle que l'on trouve dans l'écriture de Vincent Galilée (*). Autant, du reste,

(*) Du reste, quoique beaucoup de personnes qui ont suivi attentivement ces débats persistent, et je suis pour le moment de ce nombre, malgré la dernière argumentation de M. Le Verrier, à croire que Galilée, en 1639, n'avait pas complétement perdu la vue, on ne peut guère supposer qu'il l'eût employée à faire plusieurs copies de cette Pièce et trois traductions en français, qui paraissent de la même main. Il paraît, dès lors, plus probable qu'il faut les attribuer à Vincent Galilée ou à un faussaire qui aurait imité l'écriture de ce dernier, et non pas celle de Galilée lui-même.

» tures, pourquoi, lui, m'a-t-il refusé d'entrer dans les considérations scien-
» tifiques? » Comment! Membre de l'Académie des Sciences, j'aurais refusé d'entrer dans les considérations scientifiques, moi qui n'ai cessé de dire en particulier à M. Le Verrier ce que je saisis l'occasion de répéter en public : « Vous voulez défendre la gloire de Newton : c'est une belle mission; mais » que ce soit par des moyens dignes de l'Académie et de vous. N'allez pas » faire une nouvelle édition de tout ce qui a déjà a été publié sur ce sujet; » apportez des objections nouvelles et tirées du fond scientifique de la » question, et, sur cette grande question astronomique, ne parlez qu'en » astronome. » Est-ce que ceux qui ont lu les quelques pages que M. Le Verrier a si singulièrement interprétées n'ont pas vu, par les termes dont je me suis servi, combien ses raisons me paraissaient puissantes, combien je le louais d'avoir enfin placé la question sur le véritable terrain académique? Quel dommage qu'après s'être montré ainsi savant éminent, notre confrère se résigne immédiatement après à être autre chose!

» Cette étude des écritures, faite à tous les points de vue, et que M. Le Verrier caractérise du nom méprisant de *besogne*, « M. Balard, dit notre » confrère, l'a entreprise; mais l'a-t-il fait avec succès? A-t-il rempli son » devoir? »

» Que M. Le Verrier me permette de lui dire que, quelle que soit sa supériorité intellectuelle, devant laquelle je m'incline, il n'a absolument rien à m'apprendre sur le devoir en général, et en particulier sur les devoirs académiques. Chacun comprend ces derniers à sa manière. Pour moi, il y en a deux plus étroits : le premier, la recherche consciencieuse, et j'ajouterai ardente, de la vérité, dont la beauté ne doit pas être altérée par l'argutie et la chicane; le second, de respecter nos confrères et d'atténuer, au moins par la forme, les dissentiments que cette recherche peut amener entre nous. Je crois pouvoir me rendre ce témoignage, que je n'ai manqué à aucun des deux.

» Mais en quoi donc n'ai-je pas rempli mon devoir? M. Le Verrier l'explique, et voici comment il interprète ce qui, chez d'autres confrères plus bienveillants, eût pu passer pour la résolution d'un homme sincère, de cher-

---

que permettent de le conclure les quelques lignes authentiques de cette écriture, que M. Carbone a envoyées à M. Le Verrier. J'ajoute, en terminant les observations que la vue de cette Lettre m'a suggérées, qu'elle ne présente pas ce luxe d'abréviations qui étaient dans les habitudes du temps, et que les *i* de la signature ne sont pas ponctués. Du reste, la Commission de Florence, avec le nombre de Pièces authentiques qu'elle a entre les mains, jugera, mieux que nous ne le pouvons faire ici, quelle est l'importance de ces détails pour la question qui s'agite.

cher le vrai partout où il est, sans parti pris, avec le désir de n'accepter comme tel que ce qui l'est bien réellement. Il appelle ce désir « une neu- » tralité prudente, impropre à éclairer la question, mais qui permet à l'au- » teur de se tirer d'affaire à tout événement..... M. Balard, dit-il, ne dit » qu'une partie de ce qu'il croit..... C'est ce vague dans la discussion, ce » pour, ce contre, avec lesquels on ne remplit pas son devoir. » On voit que, quand M. Le Verrier fait le portrait de ses confrères, il ne le flatte pas. Mais chacun a une si bonne opinion de lui-même, que j'espère que l'Académie ne trouvera pas le mien ressemblant, et qu'elle m'évitera l'ennui de rappeler que mon caractère méridional comporte peu ces allures par lesquelles on *insinue* ce qu'on n'ose pas dire, et que ce sont des habitudes de terroir d'une autre partie de la France que de se tenir dans un équilibre calculé, prêt à pencher à droite ou à gauche selon les circonstances, sans dire ni oui ni non.

» Pour me faire sortir de mes prétendues allures, trop prudentes à son gré, M. Le Verrier m'interroge catégoriquement sur Galilée. Je lui dis que dans mon opinion, la première Pièce photographiée par M. Chasles, et qui roule sur des questions littéraires, n'est pas de la main de Galilée, et il me fait dire alors que nous sommes d'accord, puisque j'avoue que les Pièces *astronomiques* attribuées à Galilée et dont je n'ai vu qu'une si faible partie sont fausses.

» M. Le Verrier continue ses interrogations, j'allais presque dire son interrogatoire. Il me demande ce que je pense des papiers de Pascal. Je lui réponds que les Pièces photographiées par M. Faugère et d'autres du même genre, que j'ai vues aussi, ne me paraissent pas de la main de Pascal, mais que M. Chasles m'en a montré d'autres sur le même sujet, qui me paraissent tracées avec les mêmes caractères que la Lettre à Jacqueline reproduite par M. Faugère et semblables à ceux du manuscrit des *Pensées*. De cette déclaration, M. Le Verrier triomphant conclut que, dans mon opinion, les Pièces astronomiques attribuées à Pascal sont fausses. Il est heureux que, dans ses travaux scientifiques, notre confrère ait fait usage d'une logique plus sévère : sans cela, les Astronomes n'auraient pas joui sitôt du spectacle de Neptune poursuivant dans l'espace la route qu'il lui a assignée le premier.

» Un mot maintenant sur les encres. C'est encore un sujet sur lequel M. Le Verrier montre mon habileté à me ménager la faculté de dire, selon les cas, le *pour* et le *contre*.

» Que l'Académie me permette de lui dire que je ne rétracte pas un seul mot de ce j'ai dit à cet égard. L'encre est-elle nouvelle , elle disparaît par l'acide chlorhydrique ; elle acquiert d'autant plus de résistance à cet agent

qu'elle a plus de vétusté. M. Chevreul le pense lui-même ainsi, et cependant il n'est personne qui, en lisant la réplique de M. Le Verrier, n'ait été convaincu par l'appel qu'il fait à l'opinion de notre savant et respecté confrère qu'elle est opposée à la mienne. Nouvel exemple du mode d'interprétation qui appartient à M. Le Verrier. J'avais montré que, parmi plusieurs échantillons de Pièces qui m'avaient été fournies par les Archives et choisies parmi les papiers à détruire, il y en avait qui, quoique datant de plus de deux siècles, disparaissaient complétement dans l'acide chlorhydrique, et M. Chevreul a ajouté alors que les conditions dans lesquelles avait été placé le papier pouvaient influer sur les caractères chimiques des écritures, confirmant ainsi pleinement ce que je venais d'affirmer, c'est-à-dire que la disparition des caractères par les agents chimiques ne peut toujours établir qu'ils ne sont pas anciens; mais qu'on peut les réputer tels quand ils résistent. Cependant M. Jamin et moi qui, sans nous communiquer nos scrupules respectifs, avions eu la même pensée, nous nous sommes livrés, chacun de notre côté, à des expériences propres à rechercher si ce caractère était absolument certain, et nous sommes arrivés l'un et l'autre à des conséquences identiques. C'est alors que, d'un commun accord, nous avons inséré la phrase qui termine l'article qui nous était en quelque sorte commun, puisque M. Jamin disait qu'il s'en référait à ce que je venais de dire. L'Académie me permettra de lui indiquer la cause du vague volontaire dans lequel nous nous étions maintenus, vague prudent, non pour nous, mais pour elle-même.

» Il n'est pas bon, comme je l'ai déjà dit, que les faussaires puissent trouver dans nos publications des indications qui pourraient les guider dans leur triste industrie. Or chacun sait que rien ne donne d'assurance, dans la recherche d'un problème, comme la certitude qu'il a déjà été résolu. Nous avions donc voulu éviter cette affirmation trop positive. M. Le Verrier ne l'a pas permis, et, m'étreignant dans une argumentation incessante, il m'a forcé à dire publiquement que j'avais pu composer une encre, ne renfermant bien entendu que les matériaux de l'encre ordinaire, et résistant à l'acide immédiatement après la dessiccation; comme aussi qu'il existait des procédés par lesquels on pouvait communiquer à de l'encre récente et ordinaire les caractères de la vétusté. Les faussaires futurs sont donc maintenant bien avertis, mais qu'ils adressent leurs remercîments à M. Le Verrier, et non à moi, car c'est contraint en quelque sorte que j'en ai dit plus que je n'aurais voulu, et que je n'aurais peut-être dû en dire. M. Le Verrier se sert de cet aveu forcé pour objecter alors que, puisqu'il n'est pas *absolument* impossible qu'une écriture tracée récemment ait été rendue inaltérable aux acides, les vérifications de cet ordre ne prouvent *absolument rien*, comme si, dans

les affaires de ce monde, nos convictions se fondaient toujours sur des preuves absolues, et si la masse des probabilités diverses n'était pas le plus souvent chez nous l'origine de la certitude.

» M. Le Verrier lui-même fait-il autre chose que de montrer que les interprétations qu'il donne présentent beaucoup plus de probabilité que celles qu'il combat? Car je pense bien que c'était par une extension de langage qu'il avait dit, en commençant, qu'il allait faire de la fausseté des Pièces une démonstration aussi claire que celle du carré de l'hypoténuse. Ne nous pressons pas d'accueillir sans réserve ces affirmations si assurées; M. Chasles, dont les Documents sont si étendus, et qui est si érudit, a peut-être encore quelque chose à répondre, et il y a de la prudence à garder libre un petit coin de son esprit pour apprécier ses raisons.

» Si ces débats n'étaient pas si tristes pour l'Académie, on pourrait dire que c'est chose plaisante que de voir l'insistance avec laquelle M. Le Verrier se cramponne, qu'on me permette cette expression, à la première Lettre photographiée par M. Chasles. « Je m'étais trompé », dit celui-ci : M. Le Verrier persiste dans ses arguments. « J'ai donné, continue M. Chasles, une copie pour ce que je regarde comme la pièce vraie; je crois l'avoir trouvée, la voici, regardez-la » : M. Le Verrier tourne la tête et prétend que la nouvelle Lettre, irréprochable cette fois, a été fabriquée dans quelques jours pour le besoin de la cause. J'interviens alors et j'essaye de prouver, par ce que je regarde comme de bonnes raisons, qu'il n'est *nullement probable, pour ne pas dire plus*, que cette substitution frauduleuse ait pu s'opérer.

» Le mot dont je m'étais servi pour exprimer ma pensée, M. Le Verrier s'en saisit avidement, en supprimant bien entendu les mots de *nullement, pour ne pas dire plus*, qui faisaient de mon opinion ainsi accentuée un euphémisme qui me paraissait de bon goût. Ce mot *probable* ainsi dépouillé, il s'en empare, et Dieu sait comme il triomphe : « *Probable!* vient de dire
» M. Balard, s'écrie-t-il. Nous prenons acte de ce mot et nous répondons
» que le débat est devenu trop grave pour qu'on puisse s'en rapporter à des
» *probabilités*. Si l'on veut que la Pièce puisse être acceptée, il faut que
» M. Chasles établisse d'une façon irrécusable que cette Pièce qu'il ne savait
» pas avoir, et qui, au milieu de vingt mille autres, s'est découverte *au mo-*
» *ment utile* (mots soulignés par lui, bien entendu, pour que la pensée soit
» plus claire) n'a pas pu y être introduite à son insu, et c'est ce qu'il est
» loin de faire. »

» Est-il donc un d'entre nous, M. Le Verrier compris, qui pût ainsi établir le moindre fait de sa vie d'une manière aussi *irrécusable* que notre confrère le demande. Mais cela lui importe peu. Si M. Chasles ne peut établir

qu'il est matériellement impossible qu'un faussaire soit entré dans son cabinet, qu'il ait fouillé dans les cartons, qu'il ait pris la Pièce incriminée pour en faire une copie conforme cette fois aux habitudes de la langue italienne du temps de Galilée ; s'il ne peut démontrer que ce faussaire n'a pas pu tracer ces caractères avec une encre dont la recette n'est pas connue, ou communiquer à l'encre les caractères de la vétusté sans altérer le papier, par des procédés qui, malgré les efforts de M. Le Verrier, ne courent pas encore les rues, le voilà condamné, de par notre confrère, à ne pas faire usage, dans la discussion, de la Pièce qu'il produit. Heureusement pour lui qu'il y a des juges... à Florence.

» Pour établir qu'on a eu le loisir nécessaire pour fabriquer la Pièce incriminée par lui, M. Le Verrier cherche à montrer que la fausseté de la première avait été connue dix-huit jours avant que M. Chasles eût fait part à l'Académie des efforts infructueux qu'il avait tentés pour obtenir la photographie de la seconde. J'ai déjà dit à notre confrère, et il me force à le lui répéter, que le doute sur la vérité de la première Pièce ne s'était glissé dans l'esprit de M. Chasles que quand je lui avais appris que M. Govi ne la regardait pas comme autographe, et c'est trois jours après cette confidence qu'il m'a présenté la Pièce nouvelle. M. Le Verrier s'en occupe uniquement. Mais pourquoi passe-t-il, sans l'interpréter à sa manière, ce fait que dans le même paquet M. Chasles a trouvé trois autres reproductions de la Pièce en italien, et trois traductions en français, de la même main? Comme cet argument de la multiplicité des Pièces le gêne pour établir l'existence d'un faussaire, sosie de M. Chasles, il le laisse absolument de côté. Mais je vais augmenter son embarras. Parmi ces Pièces en italien, et sous la même chemise, s'en trouvait une écrite, cette fois, avec l'orthographe qui a suivi celle dont on faisait usage du temps de Galilée. Que dire d'un faussaire qui, dans un temps aussi court, fabrique huit Pièces, dont sept inutiles, pour le but qu'il veut atteindre, et produit à la fois le pour, par la Lettre à l'ancienne orthographe, et le contre, par celle qui est écrite dans l'orthographe nouvelle? M. Le Verrier ne sentira-t-il pas enfin que son hypothèse est tout à fait inadmissible? Combien il aurait abrégé ces débats si, examinant à son aise et seul, pour ne pas se laisser entraîner, les Pièces dont je viens de parler, il avait acquis, se transformant ainsi en juré, la certitude morale que ces Pièces ont le caractère de pièces anciennes, et renoncé à son explication? Cela nous aurait mis tout à fait d'accord, car je ne soutiens pas autre chose en ce moment, si ce n'est que la plupart des pièces sont anciennes, et que notre vénéré confrère M. Chasles, s'il a été trompé, ne l'a pas été le premier. L'explication qu'il a empruntée n'est d'ailleurs pas né-

cessaire. Pourquoi ne se borne-t-il pas à dire, comme au commencement de la discussion, que le faussaire, dès qu'il inventait un fait, écrivait un petit roman en Lettres bien concordantes pour le justifier? Cette hypothèse présente des improbabilités sans doute, mais beaucoup moins que l'autre; elle s'accorde avec le caractère de vétusté de ces Pièces, qu'il est impossible de méconnaître, quant à leur ensemble, si l'on veut bien renoncer aux discutailleries de détail, et elle a de plus l'avantage, qui certes n'est pas petit, de n'être blessante pour personne.

» Toute discussion doit avoir un terme, et si nous suivions, dans l'étendue à donner à nos répliques, la progression croissante qui a été introduite par M. Le Verrier, notre *Compte rendu* n'y suffirait plus. Je crois, en m'abusant peut-être, dans cette discussion incidente et vraiment misérable, si on la compare à la grandeur de la discussion principale, avoir essayé de faire prévaloir le bon sens. C'est donc à moi à m'arrêter, et quoi que M. Le Verrier me réponde, je m'engage, si je ne pouvais avoir assez d'empire sur ma pétulance pour ne pas répondre quelques mots de vive voix, à ne plus rien mettre dans nos *Comptes rendus*. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Observations relatives à la Lettre de ce jour, de* M. Faugère; *par* **M. Chasles** (1).

« Un des points du système de M. Le Verrier, dans sa *Réplique à M. Balard et à M. Chasles* (séance du 26 juillet 1869), a été de mettre en jeu la Commission nommée pour entendre les éclaircissements proposés par M. Faugère sur les écritures de Pascal et de ses sœurs, et d'attribuer à la Commission l'initiative qu'il avait prise; faisant entendre ainsi qu'il n'aurait fait qu'adhérer à des actes déjà accomplis.

» Cet incident suffirait seul pour dénoter l'art que M. Le Verrier sait apporter dans ses récits.

« Je fus nommé, dit-il (*Comptes rendus*, p. 242), Membre de la Com-
» mission instituée en 1867 pour examiner ces graves questions; j'ai été
» fidèle *aux précédents* de cette Commission au sujet des écritures. *C'est*
» *elle* qui, le 19 août, demandait à M. Chasles de faire connaître l'origine
» immédiate de ses Documents. M. Chasles refusa. *C'est elle* qui deman-
» dait, en outre, à notre confrère de déposer l'ensemble complet des
» Pièces, afin que chaque question fût traitée sur la totalité des données
» qui la concernent. »

(1) *Voir* cette Lettre à la *Correspondance*, p. 391.

» Le lecteur ne doit-il pas croire que la Commission existait déjà quand M. Le Verrier y a pris part; qu'il a adhéré à ses précédents; et surtout que c'est la Commission, et non M. Le Verrier, qui m'aurait adressé des questions?

» Lorsque M. Le Verrier a parlé ainsi (séance du 26 juillet, p. 242), je l'ai interrompu, et dans la vivacité de la discussion, je me suis écrié : *Cela est faux !* C'est ce que j'ai relaté dans notre dernière séance (p. 310), en maintenant que la Commission n'avait rien fait autre chose que d'entendre ce que M. Faugère ou moi avions pu dire des écritures de Pascal et de ses sœurs, et qu'il ne m'avait été adressé aucune question par la Commission; que M. Faugère seul, après la séparation de la Commission et dans le couloir des cabinets, m'avait demandé de qui je tenais mes Documents; et qu'en séance, après que j'eus fait le Rapport, convenu en Commission, sur la déclaration de M. Faugère relative aux écritures, M. Le Verrier seul avait pris la parole, et m'avait adressé des questions.

» En m'exprimant ainsi (p. 310), je ne faisais que reproduire ce que je venais de dire déjà (p. 308), après la lecture de M. Chevreul, pour établir la distinction qu'il fallait faire entre M. Le Verrier et la Commission, entre ce qui s'était passé en COMMISSION (le 19 août 1867) et ce qui s'était passé, une demi-heure après, en séance de l'Académie.

» Notre très-honoré confrère M. Chevreul a approuvé spontanément par quelques mots cette distinction sur laquelle j'insistais, et l'a confirmée dans la Note expresse ajoutée à sa lecture (p. 309).

» Ainsi il est parfaitement démontré que la Commission n'a point pris l'initiative que M. Le Verrier veut lui attribuer, et qu'aucun Membre n'a même pris part aux interpellations de M. Le Verrier. Voilà la vérité substituée au récit de notre confrère.

» C'est au sujet de cet incident que M. Faugère vient « apporter à l'Aca» démie son témoignage sur ce qui s'est passé dans la séance de la Com» mission. » Il déclare que M. Le Verrier m'a adressé dans la Commission la demande de la provenance de mes Documents. Je n'ai aucun souvenir de cela; je n'aurais eu évidemment aucune raison de dire le contraire, puisque la question et ma réponse en séance auraient été les mêmes qu'au sein de la Commission. Mais ce qu'il importe de constater, c'est que M. Faugère convient que M. Le Verrier n'aurait parlé qu'en son nom personnel. C'est donc un démenti formel au récit de M. Le Verrier, qui attribuait sa propre initiative à la Commission même.

» M. Faugère invoque ce qu'il a dit dans son ouvrage de la *Défense de B. Pascal, etc.* (p. 12). Mais, d'après son récit, tout ce que M. Le Verrier a

dit en séance sur la provenance et le dépôt des Documents, n'aurait été que la reproduction de ce qu'il aurait demandé en Commission, car M. Faugère dit : « L'Académie, à qui M. Le Verrier fit connaître l'incident, en séance » publique... »

» Mes souvenirs ne me permettent point de douter que les réponses motivées que j'ai faites nettement à M. Le Verrier, comme le rapporte M. Faugère, n'aient été faites qu'une fois, et en séance de l'Académie. Il semble que M. Faugère ne se serait point permis de m'adresser une question sur laquelle j'aurais refusé nettement, quelques minutes auparavant, de répondre en présence de mes collègues de la Commission; je déclare qu'aucun Membre de l'Académie, excepté M. Le Verrier, ne m'a jamais adressé la question dont il s'agit, ni publiquement, ni en particulier.

» Les souvenirs de M. Faugère sont-ils, en général, plus sûrs que les miens? La différence d'âge est naturellement en sa faveur, je le reconnais certainement. Mais je puis me permettre de douter que ses souvenirs se présentent toujours bien à propos. Car, comme je l'ai dit, au sujet de son ouvrage, il s'y trouve bien des récits dans lesquels des faits importants sont omis, ce qui induit nécessairement le lecteur en erreur. Je suis obligé d'en remettre les preuves sous les yeux de l'Académie.

» M. Faugère, en imaginant que le faussaire fabriquait encore journellement les Documents nécessaires à ma cause, laissait ignorer aux lecteurs les déclarations de M. Balard et de M. Le Verrier lui-même, annonçant qu'ils avaient eu entre les mains des Pièces dont je n'avais fait usage que plus tard; il laissait ignorer que souvent la production des Documents avait eu lieu le jour même où arrivait une Lettre à l'Académie, et où je courais chercher les Pièces nécessaires à ma réponse.

» En parlant de mon refus d'accéder à une expertise officielle dans des conditions absurdes, telles que celle-ci : « Les écrits prétendus de Pascal » une fois reconnus apocryphes, tous les Documents qui sont cités à l'appui, et qui s'y réfèrent, devront par cela même être regardés comme absolument faux », M. Faugère laissait ignorer aux lecteurs qu'un mois auparavant j'avais été le premier à proposer à lui-même une comparaison de mes Documents et des siens avec le Ms. des *Pensées*.

» En disant que la *Machine arithmétique* de Pascal n'avait été inventée qu'en 1643, quand Pascal avait vingt ans, par la raison qu'une Lettre de Pascal au Président Séguier est datée de 1643, M. Faugère faisait oubli et abstraction du témoignage de Mme Périer, qui dit que c'est à dix-huit ans que Pascal inventa sa Machine.

» Si la mémoire de M. Faugère peut n'être pas toujours bien sûre en ce

qui me touche, je dirai qu'il peut en être de même en ce qui le concerne, car, en parlant maintenant de la petite signature de Pascal qu'il a donnée dans son ouvrage de 1844, il dit que c'était « en quelque sorte *provisoi-* » *rement et sauf plus ample examen.* » Le lecteur doit donc penser que M. Faugère avait annoncé ce *provisoirement* et ce *plus ample examen.* Eh bien, M. Faugère paraît avoir oublié qu'au contraire il n'avait exprimé aucun doute sur l'authenticité de la Lettre, dont il avait même expliqué la mauvaise écriture par l'état de maladie de Pascal, qui touchait alors au terme de sa carrière.

» J'ai dit, dans la dernière séance, avoir réfuté *sans réplique* tous les raisonnements de M. Faugère. Il a répondu une première fois, qu'il avait suffisamment satisfait à la tâche qu'il s'était imposée. Il ajoute aujourd'hui que son intention n'est pas de se livrer davantage à un travail qui, pour lui aussi bien que pour moi, serait sans utilité.

» Ainsi, dans une discussion scientifique et historique aussi importante à tous égards, sur laquelle M. Faugère s'était dit si compétent, et avait offert d'éclairer l'Académie, il refuse de répondre à aucune réfutation de ses raisonnements; mais il écrit deux fois à l'Académie, la première pour dire qu'il existe à la Bibliothèque de l'Arsenal une Lettre de Mme Périer, et la seconde pour apporter son témoignage sur un fait indifférent, savoir, une demande qui aurait été faite par M. Le Verrier au sein de la Commission avant de l'être en séance publique.

» Je serais fondé à rappeler ici les nombreux raisonnements que j'ai réfutés de M. Faugère. Mais l'Académie n'en a point perdu le souvenir.

» Je dois informer l'Académie que M. Carbone, à qui j'avais envoyé une photographie de la Lettre de Galilée du 5 novembre 1639, avec prière de la soumettre à la Commission de Florence, m'a écrit que les Membres de la Commission sont maintenant absents de Florence, à raison de la saison, et qu'il me demande s'il doit proposer la nomination d'une autre Commission. En remerciant M. le Conservateur des Manuscrits de la Bibliothèque nationale de son obligeante proposition, je crois devoir m'abstenir d'émettre un vœu, aucune préférence, et m'en rapporter à ce que M. le Directeur de la Bibliothèque qui a nommé la Commission, décidera. J'éviterai ainsi, je l'espère, toute interprétation de la part de mes adversaires. »

« **M. P. Gervais** fait hommage à l'Académie des dixième et onzième livraisons de l'ouvrage qu'il publie sous le titre de *Zoologie et Paléontologie générales.*

» Ces deux livraisons renferment des observations nouvelles, relatives aux fossiles d'Armissan (Aude), aux reptiles et aux poissons de l'Algérie, à différents reptiles particuliers à la période secondaire, ainsi que des remarques sur le fossile de Solenhofen que MM. H. de Meyer et R. Owen ont décrit sous le nom d'*Archéoptéryx*. »

M. le Général Morin présente à l'Académie une « Notice sur la Vie et les Ouvrages du *Général J. V. Poncelet*, par M. le Général Didion. »

Cette Notice a été lue à l'Académie impériale de Metz, le 18 mars 1869.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le concours pour le prix Bordin (rôle des stomates dans les fonctions des feuilles).

MM. Brongniart, Duchartre, Decaisne, Tulasne, Naudin réunissent la majorité des suffrages.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le concours du prix Bordin (Monographie d'un animal invertébré marin).

MM. Coste, Milne Edwards, de Quatrefages, Blanchard, Robin réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIQUE VÉGÉTALE. — *Sur l'évaporation de l'eau par les végétaux ; par* **M. P.-P. Dehérain.**

(Commissaires : MM. Decaisne, Fremy, Thenard, Jamin.)

« Dans le Mémoire que nous présentons aujourd'hui à l'Académie, nous nous efforçons de démontrer les trois points suivants :

» 1° *L'évaporation de l'eau par les feuilles s'exécute dans des conditions tout à fait différentes de celles qui déterminent l'évaporation d'un corps inerte, car elle se poursuit dans une atmosphère saturée;*

» 2° *Cette évaporation est surtout déterminée par la lumière;*

» 3° *Les rayons lumineux efficaces pour opérer la décomposition de l'acide carbonique par les feuilles sont aussi ceux qui favorisent l'évaporation.*

» 1. Une feuille de blé pesant $0^{gr},390$ est fixée dans un tube d'essai ordinaire, au moyen d'un bouchon fendu; à 1 heure, l'appareil est placé

au soleil; à 1^{h}30^{m} le tube est pesé, on reconnaît que 0^{gr},141 ont été condensés; de 2 heures à 2^{h}30^{m}, l'augmentation de poids est de 0^{gr},130; il y a donc dans le tube 0^{gr},271 d'eau, au moment où la feuille y est replacée; à 3^{h}30^{m}, après une nouvelle exposition au soleil, d'une demi-heure, l'augmentation est encore de 0^{gr},121; ainsi la quantité d'eau émise a été à peu près constante, malgré la présence, dans le tube, d'une quantité notable d'eau liquide. En engageant, dans un tube semblable au précédent, l'extrémité d'une mèche de coton plongeant par l'autre extrémité dans l'eau, on a constaté, après trois heures, que le tube renfermait 0^{gr},086 d'eau; mais, après quatre heures d'exposition au soleil, la quantité n'avait pas augmenté : on trouvait encore 0^{gr},086 d'eau.

» 2. La quantité d'eau émise par les plantes varie singulièrement avec l'espèce envisagée et avec l'âge des feuilles, mais l'agent le plus efficace pour déterminer l'évaporation est la lumière, ainsi qu'on le reconnaîtra à l'inspection du tableau suivant, où l'on a rapporté les poids d'eau trouvés à un poids de feuille représenté par 100. C'est au reste ce qu'avait reconnu le naturaliste Guettard, en 1748 et 1749.

TABLEAU n° 1. — *Quantités d'eau évaporées en une heure par les feuilles.*

Nature de la plante.	Circonstances de l'expérience.	Température.	Poids de la feuille.	Poids d'eau recueillie.	Poids d'eau pour 100 de feuilles.
		o	gr	gr	gr
BLÉ. (Expér. n° 1.)	Soleil.............	28	2,410	2,015	88,2
	Lumière diffuse.....	22	1,920	0,340	17,8
	Obscurité..........	22	3,012	0,042	1,1
ORGE. (Expér. n° 2.)	Soleil.............	19	1,510	1,120	74,2
	Lumière diffuse.....	15	1,215	0,210	18,0
	Obscurité..........	16	1,342	0,032	2,3
BLÉ. (Expér. n° 3.)	Soleil.............	22	1,850	1,330	71,8
	Obscurité..........	16	2,470	0,070	2,8
BLÉ. (Expér. n° 4.)	Soleil.............	25	1,750	1,320	70,3
	Lumière diffuse.....	22	1,810	0,110	6,0
	Obscurité..........	22	1,882	0,015	0,7
BLÉ. (Expér. n° 5.)	Soleil (1).	15	0,171	0,168	99,0
	Obscurité..........	15	0,171	0,001	0,6
BLÉ. (Expér. n° 6.)	Soleil (2).........	4	0,170	0,185	108,0
BLÉ. (Expér. n° 7.)	Soleil (3)..........	15	0,180	0,170	93,0

» Les dernières expériences, exécutées à l'aide d'un tube enveloppé d'un

(1) L'appareil est entouré d'un manchon d'eau froide.

(2) L'appareil est enveloppé d'un manchon renfermant de la glace fondante.

(3) L'appareil est enveloppé d'un manchon renfermant une solution d'alun.

manchon parcouru par un courant d'eau à 15 degrés, ou renfermant de l'eau refroidie par de la glace, ou encore une solution athermane d'alun, sont particulièrement décisives; on remarquera (expérience n° 6) qu'au milieu de l'eau glacée, la feuille a émis une quantité d'eau notable, plus forte que son poids et plus grande que dans les conditions ordinaires, sans doute parce que la vapeur émise a été mieux condensée.

» 3. Tous les rayons lumineux ne sont pas également efficaces, pour déterminer la décomposition de l'acide carbonique par les feuilles; on sait que les rayons jaunes et rouges, qui ont peu d'action sur les papiers photographiques, sont ceux qui agissent, au contraire, avec le plus d'intensité sur les feuilles, et y déterminent la réduction de l'acide carbonique, tandis qu'au contraire les rayons bleus ou verts décomposent le chlorure d'argent et sont sans action sur les feuilles. Il était donc intéressant de rechercher si les rayons lumineux qui déterminent la décomposition de l'acide carbonique sont également efficaces dans l'évaporation. On a préparé, pour s'en assurer, des solutions colorées, à l'aide desquelles on a rempli les manchons renfermant les feuilles plongées dans une atmosphère riche en acide carbonique, ou les feuilles encore adhérentes aux plantes dont on voulait déterminer la transpiration. On a obtenu les résultats suivants :

TABLEAU N° 2. — *Influence comparée de divers rayons lumineux, sur la décomposition de l'acide carbonique et sur l'évaporation de l'eau par les feuilles.*

Le manchon renferme :	Quantité d'acide carbonique décomposée en une heure par une feuille de blé pesant 0gr,180. L'atmosphère renfermant 38,8 d'acide carbonique pour 100 de gaz.	Quantité d'eau évaporée en une heure par une feuille de blé pesant 0gr,175.
	cc	gr
Dissolution jaune de chromate neutre de potasse.....	7,7	0,111
Dissolution bleue de sulfate de cuivre ammoniacal..	1,5	0,011
Dissolution violette d'iode dans le sulfure de carbone..	0,3	0,000
	Température 37 degrés. La feuille pesait 0gr,172. L'atmosphère renfermait 22,2 d'acide carbonique.	Température 38 degrés. La feuille pesait 0gr,172.
Dissolution rouge de carmin dans l'ammoniaque...	15,1	0,161
Dissolution verte de chlorure de cuivre...........	La feuille a émis : 0,9 (1)	0,010

(1) A la fin de l'expérience, on trouva 28cc,1 d'acide carbonique au lieu de 22cc,2.

» Ainsi les rayons lumineux efficaces pour déterminer la décomposition de l'acide carbonique par les feuilles le sont aussi pour déterminer l'évaporation.

» J'ajouterai, en terminant, que j'ai encore confirmé l'exactitude d'une ancienne observation de Guettard, qui a remarqué que la partie supérieure des feuilles, la partie dure et lisse, est celle qui évapore le plus d'eau; on sait, d'après les travaux de M. Boussingault, que c'est aussi celles qui décomposent la plus grande quantité d'acide carbonique.

» J'aurai occasion de revenir sur ces questions; mais, dès à présent, on ne saurait manquer d'être frappé des rapprochements qu'établissent les expériences précédentes, entre les deux fonctions capitales des feuilles : décomposition de l'acide carbonique, et évaporation.

» Si l'Académie veut bien me le permettre, j'aurai l'honneur de lui soumettre prochainement les résultats des expériences que je poursuis sur la nature des gaz dégagés par les plantes soumises à l'influence des divers rayons lumineux. »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *De l'influence qu'exercent les lentilles positives et négatives et leur distance à l'œil, sur les dimensions des images ophthalmoscopiques du disque optique, dans les anomalies de la réfraction oculaire;* par **M. Giraud-Teulon.** (Extrait par l'Auteur.)

(Commissaires : MM. Fizeau, Edm. Becquerel, Jamin.)

« *Images dans l'œil emmétrope.* — Un œil ou un méridien oculaire emmétropes, examinés ophthalmoscopiquement avec une lentille positive ou négative, donnent une image réelle et renversée dans le premier cas, virtuelle et droite dans le second, dont la *dimension est constante* $\left(\frac{f}{\varphi'}\right)$, *quelle que soit la distance de cette lentille à l'œil observé.*

» Cette image est placée au foyer antérieur de la lentille positive, au foyer postérieur de la lentille négative.

» *Images dans l'amétropie.* — Dans l'amétropie, l'éloignement de la lentille positive ou négative n'est plus sans influence sur la dimension de l'image ophthalmoscopique : celle-ci croît ou décroît d'une manière continue avec la distance de la lentille et le sens de l'amétropie. Mais, quels que soient le sens et le degré de l'amétropie, quand la lentille est placée à une *distance de l'œil égale à sa propre longueur focale* (et dans le sens de cette dernière), l'image ophthalmoscopique est *exactement égale* à celle que donnerait la même lentille, à toute distance, pour l'œil ou le méridien emmétropes.

» Il résulte de là, qu'à cette distance de la lentille, les images de tous les diamètres du disque optique ou dans tous les méridiens, quel que soit leur état de réfraction, sont égales entre elles, étant égales à celles du méridien emmétrope. (On remarquera cependant que n'occupant pas toutes le même lieu de l'espace, si leur distance à l'observateur est fortement inégale, elles pourront fort bien être égales, sans paraître nécessairement telles.)

» *Détermination des méridiens principaux et du sens de l'amétropie dans chacun d'eux.* — En dehors de ce cas spécial ($d = f$) lors de l'examen ophthalmoscopique d'un œil astigmatique, le disque optique, pour exactement circulaire qu'il soit en réalité, apparaîtra généralement sous la forme elliptique ou ovalaire.

» Dans de tels cas,

» L'examen étant fait avec une lentille positive donnant *toutes images renversées :*

» 1° Pour une distance quelconque de la lentille *moindre* que sa longueur focale, le diamètre le *plus grand* de l'ovale appartient au méridien le *moins réfringent.*

» 2° Pour une distance de la lentille *supérieure* à sa longueur focale, l'image est, au contraire, d'autant *plus grande* que le méridien *est plus réfringent.*

» Dans ces circonstances, éloigne-t-on la lentille de l'œil :

» Tous les méridiens myopes voient leurs images grandir;

» Tous les méridiens hypéropes voient les leurs décroître.

» La rapidité de ces mouvements est d'ailleurs proportionnelle au degré de l'amétropie.

» Il est facile, d'après cela, de reconnaître si un méridien donné est myope, emmétrope ou hypérope, et de déterminer, en même temps, la direction des méridiens principaux.

» Lorsqu'une lentille négative donne des images renversées, il ne peut s'agir que de méridiens myopes. La lentille est alors moins forte que la lentille neutralisante. Dans ce cas, comme dans celui où deux méridiens, inégalement myopes, le sont assez pour donner des images observables à l'œil nu, l'image diamétrale *la plus grande* appartient au méridien le *moins réfringent.* (Le cas est le même que lorsque l'observation est faite avec la lentille positive, à une distance de l'œil moindre que sa longueur focale.)

» Mais, en contradiction avec ce qui s'observe lors de l'emploi de la lentille positive, lorsque l'on éloigne graduellement de l'œil la lentille négative, au lieu de croître, les images renversées des méridiens myopes

décroissent progressivement, et d'autant plus vite que le méridien est plus réfringent.

» *Images droites.* — L'examen à l'*image droite* ne peut être réalisé, sauf un cas déterminé, qu'au moyen d'une lentille négative. Mais celle-ci ne pouvant être placée à une distance $d = -f$, c'est-à-dire en arrière de l'œil observé, en aucune position de la lentille on n'obtiendra, pour un méridien amétrope, une image égale à celle donnée par la même lentille pour le méridien emmétrope. Elles seront donc, suivant le sens de l'amétropie, ou plus petites, ou plus grandes que cette dernière.

» D'autre part, une lentille négative ne peut donner d'images virtuelles pour un méridien myope qu'autant qu'elle est en deçà de la position neutralisante pour ce méridien. Comme d'ailleurs on ne peut comparer entre elles que des images de même sens, le méridien myope ne pourra être embrassé concurremment avec un méridien hypérope que dans cette condition, la lentille étant en deçà de sa position neutralisante, eu égard au méridien myope.

» Cela posé, et dans ces conditions, le diamètre *le plus grand* appartient au méridien *le plus réfringent.*

» Éloigne-t-on alors la lentille de l'œil, les images diamétrales inégales croissent-elles toutes deux, ces deux méridiens sont tous les deux myopes;

» Diminuent-elles, au contraire, ces méridiens sont hypéropes. La vitesse du progrès ou du déclin est d'ailleurs en raison directe du degré de l'amétropie.

» Il est un quatrième cas dans lequel des images droites et virtuelles peuvent être fournies par une lentille positive : c'est lorsqu'il s'agit de méridiens hypéropes, et que la lentille est trop faible pour compenser le déficit de la réfraction.

» Dans ces circonstances, la lentille, en s'éloignant de l'œil, donne une image droite et qui croît avec l'éloignement de la lentille; les accroissements sont, d'ailleurs, en rapidité, proportionnels au degré de l'hypéropie.

» Il suit de là que, pour une distance donnée de la lentille (dans les conditions ci-dessus exprimées), le diamètre *le plus grand* appartient au méridien le plus hypérope, ou *le moins réfringent.*

» *Mesure du degré de l'amétropie dans les méridiens principaux.* — Cette méthode donne, chemin faisant, le moyen de déterminer le degré de l'amétropie dans les deux méridiens principaux.

» Ayant reconnu, dans le cours de son application, quels sont ces méridiens principaux et quel est, pour chacun, le sens de l'amétropie (par défaut ou par excès), on procède ainsi qu'il suit :

» *Pour le méridien hypérope*, on place devant l'œil une lentille positive assez faible pour permettre de voir, à l'image droite, le diamètre correspondant à ce méridien. Alors, changeant successivement la lentille pour celle immédiatement plus forte dans la série, on fait croître progressivement l'image dans ce diamètre, jusqu'à ce qu'une lentille de la série la rende infiniment grande, c'est-à-dire confuse dans ses délinéaments.

» Cette lentille neutralise l'hypéropie, ou bien une quelconque des lentilles de la série donnant lieu à une vision parfaite de l'image dans ce méridien (à l'image droite lorsqu'elle est près de l'œil), on l'en éloigne graduellement jusqu'au moment où l'image, progressivement grandie, devient confuse ou infinie.

» La distance pour laquelle ce résultat est produit est la distance correctrice ou neutralisante :

$$\frac{\varphi'' p'}{p'' - \varphi''} \text{(degré de l'hypéropie)} = f - d.$$

» *Méridien myope*. — Pour l'œil ou le méridien myopes, le procédé est identique; seulement, au lieu d'une lentille convexe, on prend une lentille concave, et l'on commence par une lentille faible laissant encore apercevoir nettement l'image renversée dans le méridien myope observé. En faisant progressivement croître la force de la lentille, l'image renversée grandit et devient à la fin plus ou moins confuse pour l'observateur emmétrope. A un moment donné, cependant, cette image réapparaît plus ou moins nette : c'est l'image droite qui se révèle. On a atteint alors la neutralisation de la myopie dans le méridien étudié. Ou bien, prenant dès l'abord une lentille concave assez puissante pour dépasser la correction de l'excès de réfraction, ce qui se reconnaît à la propriété que possède une telle lentille de faire voir, à l'image droite, le diamètre du disque optique dans le méridien étudié, on l'éloigne graduellement de l'œil jusqu'au point où cette image droite disparaît ou devient confuse.

» On a atteint alors la distance neutralisante; mesurant exactement cette distance, la formule

$$\frac{\varphi'' p'}{\varphi'' - p''} \text{(degré de la myopie)} = d + f$$

donne le degré cherché de la myopie. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

TOXICOLOGIE. — *Sur la non-toxicité de la coralline*; *par* **M. P. Guyot.**

(Commissaires précédemment nommés : MM. Chevreul, Bouley, Laugier.)

« Lorsque, il y a près d'un an, M. Bidard, professeur de chimie à Rouen, signala un empoisonnement produit par des chaussettes teintes en un rouge particulier qu'il reconnut être de la coralline, plusieurs savants s'empressèrent de faire des expériences à ce sujet, et bientôt M. Tardieu fit un Rapport dans lequel il conclut que la coralline est, à n'en pas douter, un poison d'une grande énergie, et qu'introduite, même à petite dose, dans l'économie vivante, elle peut causer la mort.

» Les expériences de M. Tardieu furent répétées avec grand soin par M. Landrin, qui tira, des faits constatés, des conclusions tout à fait opposées à celles de l'éminent chimiste dont nous avons parlé.

» Les expériences que nous avons l'honneur de soumettre aujourd'hui à l'Académie ont commencé à l'époque à laquelle M. Tardieu donna ses conclusions. Frappé de la manière exclusive avec laquelle il désignait la coralline comme un poison violent, nous avons voulu nous placer dans toutes les conditions possibles avant de rien préciser. Disons tout d'abord que nous avons eu le regret de constater qu'aucune des personnes qui se sont occupées de la question que nous traitons aujourd'hui ne se sont placées dans la principale condition exigée par la cause qui avait déterminé les recherches.

» Nous avons divisé notre travail en trois questions, à savoir :

» 1° La coralline est-elle vénéneuse lorsqu'elle est introduite dans l'économie animale?

» 2° L'est-elle lorsqu'elle est placée sur une blessure récente?

» 3° L'est-elle lorsqu'elle est employée sous forme de chaussettes teintes?

» Sur ces trois questions, nous répondrons que, dans aucun cas, la coralline ne nous a paru vénéneuse, et que nous devons confirmer entièrement les conclusions de M. Landrin.

» Voici maintenant quelques-unes des expériences que nous avons exécutées avec la matière colorante incriminée. Après avoir fait dissoudre 2 grammes de coralline dans de l'alcool, nous avons trempé dans la solution des morceaux de viande, jusqu'à complète absorption de tout le

liquide; puis, les ayant fait sécher, nous les avons donnés à un chat qui les absorba dans l'espace d'un jour, et cette nourriture fut maintenue pendant huit jours. Aucun accident ne s'étant manifesté et l'animal ayant pris ainsi une quinzaine de grammes de coralline, nous avons, d'un autre côté, donné à un lapin de taille moyenne 3 grammes de la matière colorante en solution alcoolique et nous fîmes durer l'expérience huit jours.

» Ayant tué les deux animaux après la semaine de régime, nous avons recherché la coralline; la quantité renfermée dans les poumons du chat fut suffisante pour teindre de la soie. Quant à celle que nous avons trouvée dans le lapin, quoique en ayant absorbé beaucoup moins que le chat, elle était encore en assez forte proportion. Après de nouvelles expériences exactement semblables aux précédentes, nous ne tuâmes les animaux que huit jours après la dernière absorption de coralline; les poumons en contenaient encore une proportion appréciable.

» Les différentes méthodes que nous avons employées afin d'expérimenter sur des grenouilles nous ont donné des résultats satisfaisants. D'abord, en ayant placé quelques-unes dans un vase renfermant 2 litres d'eau, nous avons fait dissoudre 2 grammes de coralline dans 10 grammes d'alcool et avons versé la solution dans l'eau; les grenouilles résistèrent parfaitement à l'épreuve. D'autres résistèrent aussi à une deuxième expérience, dans laquelle la dose de matière colorante fut doublée. De même que M. Landrin, nous avons donné à une grenouille 5 centigrammes de coralline à l'état pulvérulent; elle résista parfaitement à l'épreuve, puisqu'elle vit encore; une autre vit encore, quoique en ayant absorbé 1 décigramme. De même, des sangsues ont parfaitement résisté dans de l'eau alcoolisée contenant de la coralline.

» Après avoir blessé au dos une grenouille, nous avons introduit dans la blessure 5 centigrammes de coralline; la blessure se ferma au bout de quelques jours et la grenouille ne parut pas affectée. Cette expérience fut répétée de diverses manières, avec différents animaux, et chaque fois la guérison fut complète, sans aucun accident.

» Dans le courant de ces recherches, nous ne prîmes aucune précaution afin de nous garantir de la teinture de coralline; pendant plus de quinze jours, nous avons eu une partie des mains teinte en rouge, et nous n'avons éprouvé aucune inflammation, ni aucun des symptômes signalés par M. Bidard.

» Cette dernière expérience involontaire, qui venait encore à l'appui des faits précités et qui confirmait les recherches de M. Landrin, ne nous parut

cependant pas suffisante pour tirer des conclusions. Nous avons voulu nous placer dans les conditions formulées par les recherches de M. Bidard, c'est-à-dire opérer avec des chaussettes teintes en rouge de coralline.

» Après nous être procuré des chaussettes de soie blanche, nous les avons teintes nous-même, puis nous les avons portées en nous plaçant dans diverses conditions, à savoir :

» Dans une première expérience, après avoir mis les chaussettes, nous sommes resté en repos, ne marchant que le juste nécessaire pour vaquer à nos affaires habituelles : aucun symptôme ne se manifesta, et nous n'eûmes pas à constater d'inflammation ni de tuméfaction analogue à une brûlure; il va sans dire que nous n'avons éprouvé aucune indisposition pouvant ressembler à un empoisonnement;

» Dans une deuxième expérience, nous nous sommes placé dans des conditions tout à fait opposées, c'est-à-dire qu'après avoir mis les chaussettes, nous avons fait une longue marche, afin de nous fatiguer les pieds : de même que précédemment, nous n'avons eu aucune inflammation ni tuméfaction à enregistrer;

» Enfin, désirant savoir si l'action toxique manifestée par la soi-disant coralline anglaise était due à l'impression alternative de violet d'aniline et de coralline, nous avons teint, par raies, des chaussettes en ces deux couleurs, et les ayant portées dans les deux conditions précédentes, nous n'avons eu aucune indisposition à signaler.

» En conséquence, après avoir répété les expériences faites précédemment par MM. Tardieu et Landrin et les ayant complétées par des recherches particulières, nous sommes amené à tirer les conclusions suivantes :

» 1° La coralline n'est pas vénéneuse, même à dose élevée;

» 2° Elle ne l'est point non plus, lorsqu'elle est mise en contact direct avec le sang;

» 3° On peut s'en servir hardiment dans la teinture, soit en l'employant seule, soit alternativement avec le violet d'aniline. Toutefois elle doit être rejetée lorsqu'elle se trouve mélangée à des substances toxiques. »

M. **Krisaber** adresse un Mémoire intitulé : « Polype du ventricule du larynx; ablation après section du cartilage thyroïde; guérison (avec conservation de la voix) ».

Ce Mémoire, que l'auteur désire joindre à ceux qu'il a déjà adressés pour le concours des prix de Médecine et de Chirurgie en son nom et au nom de *M. Peter*, sera renvoyé à la Commission.

M. Czeck adresse, de Dusseldorf, une Lettre relative à un travail qu'il destinait au concours du prix Bordin (rôle des stomates dans les fonctions des feuilles).

Cette Lettre sera renvoyée à la Commission.

M. Bowen adresse, de Sydney, un travail concernant la détermination de la distance de la Terre au Soleil.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un ouvrage de *M. Peacock*, écrit en anglais et intitulé « Preuves physiques et historiques d'une vaste dépression du sol au nord-ouest de la France. De la vapeur comme force motrice dans les tremblements de terre et les volcans ».

M. Austin Flint adresse, de New-York, ses remercîments pour la distinction dont ses travaux ont été l'objet dans la dernière séance publique.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Sur un point de la discussion soulevée par les Documents de* M. Chasles. Lettre de **M. Faugère** à M. le Président (1).

« Je me suis abstenu, depuis bientôt un an, de prendre part à la discussion qui s'est élevée, dès le mois de juillet 1867, sur l'authenticité des Documents présentés par l'honorable M. Chasles à l'Académie des Sciences: d'une part, la discussion était, à mon avis, épuisée, et la question suffisamment élucidée pour tous ceux qui avaient pris la peine de l'examiner; d'une autre part, cette réserve m'était dictée par un sentiment de déférence envers l'Académie, qui m'avait paru ne voir qu'avec peine se prolonger un débat qu'elle ne jugeait pas convenable de trancher par une décision formelle. C'est pourquoi les appels réitérés, les reproches même qui m'ont été adressés par M. Chasles, n'ont pu me déterminer à rompre le silence.

» Votre savant confrère est allé jusqu'à dire, dans la dernière séance :

---

(1) *Voir* la Réponse faite par *M. Chasles* à cette Lettre, aux *Communications des Membres*, p. 377.

« J'ai réfuté *sans réplique* tous les raisonnements de M. Faugère. » Il a raison en ce point que je ne lui ai pas, en effet, répliqué; mon intention n'est pas de me livrer davantage aujourd'hui à un travail qui, pour lui aussi bien que pour moi, serait sans aucune utilité. Je viens simplement, si l'Académie me le permet, apporter mon témoignage sur ce qui s'est passé dans la séance de la Commission à laquelle j'eus l'honneur d'assister, le 19 août 1867. Dans le Mémoire que j'ai publié sous le titre de *Défense de Pascal, etc.*, j'ai rapporté (page 13) comment M. Le Verrier avait demandé à M. Chasles de faire connaître de qui il tenait les Documents en question et comment M. Chasles avait refusé de satisfaire à cette demande. Je maintiens la rigoureuse exactitude de mon récit. Il est vrai que M. Le Verrier ne parlait qu'en son nom personnel : la question n'en parut pas moins opportune aux autres Membres de la Commission. En sortant de la séance, je crus pouvoir à mon tour, comme le dit M. Chasles, le prier d'indiquer la provenance immédiate de ses Documents; mais je ne faisais que renouveler la demande déjà adressée par M. Le Verrier à son honorable confrère.

» Permettez-moi, Monsieur le Président, en terminant cette Communication, qui sera sans doute la dernière que j'aurai l'honneur d'adresser à l'Académie, d'ajouter que M. Balard a bien voulu me montrer les Pièces qu'il avait apportées à l'avant-dernière séance; je n'hésite pas à déclarer que ces divers Documents sont de la même main que tous ceux appartenant à la même collection que j'ai eu déjà occasion d'examiner. Je crois pouvoir en dire autant de quelques Pièces que M. Chasles a offertes à l'Académie dans sa dernière séance et qu'il considère comme étant de la main de Pascal. Une vérification régulière d'écritures ne laisserait, j'en suis convaincu, aucun doute à cet égard. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur une nouvelle série de systèmes orthogonaux algébriques.* Note de **M. G. Darboux**, présentée par M. Bertrand.

« Dans une Communication faite à l'Académie, le 7 juin dernier, j'ai annoncé qu'on pouvait obtenir une infinité de systèmes triples, orthogonaux et algébriques, analogues au système des surfaces homofocales du second degré. Mes études sur ce système ne sont pas encore terminées; mais comme la remarque précédente a attiré l'attention de quelques géomètres, je me propose de la justifier en donnant, dès à présent, les principes de la méthode que j'ai suivie.

» Supposons qu'on connaisse un système triple de surfaces orthogonales,

on saura déterminer les lignes de courbure de chacune des surfaces faisant partie du système. Si, par le centre d'une sphère, on mène des parallèles aux normales de l'une des surfaces, à un point de la surface correspondra un point de la sphère. Aux deux systèmes de lignes de courbure de la surface, correspondront sur la sphère deux systèmes de lignes qu'on sait être orthogonales. On voit donc que, toutes les fois qu'on aura un système triple orthogonal ou simplement les lignes de courbure d'une surface, on pourra obtenir, par des éliminations, un système de lignes sphériques se coupant à angle droit. De ce système, on peut d'ailleurs, au moyen d'une projection stéréographique, déduire un système de lignes planes orthogonales. Donc : *Toutes les fois qu'on connaîtra un système triple formé de surfaces orthogonales, on pourra, par des éliminations, en déduire un système de courbes planes orthogonales.*

» Si l'on examine les opérations analytiques par lesquelles on passe d'un système à 3 variables à un système orthogonal à 2 variables, on remarque que ces opérations conservent un sens bien défini et sont encore possibles lorsqu'on emploie, au lieu d'un système de surfaces orthogonales, à 3 variables, x, y, z, *un système orthogonal à n variables*. Il est facile d'établir, en toute rigueur, qu'elles conduisent à un système à $n - 1$ variables; mais ces opérations analytiques ne pourraient être interprétées géométriquement, au moins d'une manière simple, que si l'on admettait la notion d'espaces ayant plus de trois dimensions.

» Quoi qu'il en soit, on voit que, si l'on connaît un système orthogonal à 4 variables, on en déduira un système à 3 variables, c'est-à-dire un système triple de surfaces orthogonales; de même, d'un système à 5 variables, on pourra déduire un système à 4 variables et de celui-ci un nouveau système à 3 variables, et ainsi de suite.

» Il résulte donc de ce qui précède, que si l'on connaît un système orthogonal à un nombre quelconque de variables, on pourra obtenir une infinité de nouveaux systèmes aussi généraux que l'on déduira du premier par des éliminations successives.

» On sait quelle est l'importance en mécanique des systèmes orthogonaux à n variables. L'un d'eux, le système des coordonnées elliptiques, est bien connu. On déduira de ce système un second système orthogonal qui, pour le cas de 3 variables, se compose des surfaces du quatrième degré étudiées dans ma précédente Communication. De ce système du quatrième ordre, on déduit un nouveau système formé généralement de surfaces du huitième ordre, et ainsi de suite. Pour étudier ces nouveaux systèmes, je

me suis d'abord proposé de trouver l'expression des coordonnées rectangles, x, y, z, en fonction de paramètres curvilignes ρ, ρ_1, ρ_2. Les formules qui donnent cette expression contiennent des radicaux carrés de plus en plus compliqués. La présence de ces carrés permet de rattacher les différents systèmes orthogonaux aux classes successives de fonctions abéliennes à radicaux carrés.

» Ces formules nouvelles n'auraient qu'un intérêt bien limité, si elles s'appliquaient seulement à des surfaces très-particulières faisant partie de systèmes orthogonaux. Mais on peut transformer homographiquement les surfaces de chaque système. Alors *les formules du second système deviennent applicables à toutes les surfaces du troisième degré et à toutes les surfaces du quatrième degré à ligne double*. Un fait analogue se présente pour les formules correspondant aux systèmes orthogonaux plus compliqués. De cette manière, nos expressions analytiques prennent leur place dans la théorie générale des surfaces algébriques.

» La méthode dont j'ai essayé de donner une idée au commencement de cette Note conduit d'ailleurs à d'autres conséquences. Grâce à elle, on peut poser d'une manière nouvelle le problème de la recherche de tous les systèmes triples orthogonaux. Comme la solution de ce problème ferait faire un progrès notable à la théorie des équations aux dérivées partielles, je reviendrai sur ce point, dans une autre occasion. »

BALISTIQUE. — *Influence de la vitesse initiale, du diamètre ou du poids d'un projectile de l'artillerie, sur les tensions de ses trajectoires d'égales portées; par* **M. Martin de Brettes.**

« J'ai montré, dans une Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie (1), que la formule générale

$$(A) \qquad \frac{F}{F_0} = \frac{RV_0^2\sqrt{P_0}}{R_0V^2\sqrt{P}}$$

donnait pratiquement le rapport des flèches, ou hauteurs maxima, des trajectoires d'égales portées de deux projectiles. Je vais montrer qu'elle donne aussi ce rapport dans les cas particuliers, en présentant, pour chacun d'eux, les résultats de la théorie et de l'expérience (2).

(1) *Comptes rendus*, séance du 7 juin 1869.

(2) A défaut d'expériences spéciales, j'ai recouru à celles qui ont été faites avec des projectiles et des vitesses satisfaisant sensiblement aux conditions de chaque question particulière.

» Si $R = R_0$, $P = P_0$; la formule (A) devient

$$\frac{F}{F_0} = \frac{V_0^2}{V^2}. \qquad (1)$$

» Ainsi *les flèches des trajectoires d'égales portées du même projectile doivent être en raison inverse des carrés des vitesses.*

Tableaux synoptiques des résultats de l'expérience et de la théorie.

» 1° Tir de l'obus de 4 kilogrammes avec les vitesses 340 et 235 mètres.

Portées.	Flèches des trajectoires de l'obus de 4. $V_0 = 340^m$. Expérience.	$V = 235^m$. Expérience.	Théorie *.	OBSERVATIONS.
m	m	m	m	
300.........	1,16	2,28	2,42	* Les flèches théoriques ont été calculées au moyen de la formule
600.........	5,20	10,38	10,45	$\frac{F}{F_0} = 0,965$,
1000.........	16,30	32,09	34,06	en prenant pour terme de comparaison celles de la deuxième colonne.
1500.........	44,47	94,15	92,98	
1880.........	69,31	144,91	144,85	

» 2° Tir de la balle oblongue de 27 grammes, dans le fusil rayé de 11 millimètres, avec les vitesses de 430 et 415 mètres.

Portées.	Flèches de la trajectoire de la balle de 27 grammes. $V_0 = 430^m$. Expérience.	$V_0 = 15^m$. Expérience.	Théorie *.	OBSERVATIONS.
m	m	m	m	
200.........	0,43	0,38	0,41	* Les flèches théoriques ont été calculées avec la formule
300.........	0,99	0,95	0,95	$\frac{F}{F_0} = 0,965$,
400.........	1,95	1,87	1,87	en prenant celles de la deuxième colonne pour terme de comparaison.
500.........	3,12	3,10	3,10	
600.........	5,05	4,80	4,87	

» Si $V_0 = V$, $P_0 = P$, la formule (A) devient

$$\frac{F}{F_0} = \frac{R}{R_0}. \qquad (2)$$

» Ainsi *les flèches des trajectoires d'égales portées de deux projectiles, qui ont le même poids et sont lancés avec les mêmes vitesses initiales, doivent être proportionnelles à leurs diamètres.*

Tableaux synoptiques des résultats de l'expérience et de la théorie.

» 1° Tir à égalité de vitesses des balles oblongues pesant 27 grammes, et dont les calibres sont $12^{mm},2$ et $11^{mm},8$.

Portées.	Flèches des trajectoires des balles. $2R_0 = 11^{mm},8$. Expérience.	$2R = 12^{mm},2$. Expérience.	Théorie *.	Observations.
m	m	m	m	
200	0,43	0,47	0,44	* Les flèches théoriques ont été calculées avec la formule $\frac{F}{F_0} = 1,0338$, en prenant celles de la deuxième colonne pour terme de comparaison.
300	0,99	1,15	1,02	
400	1,92	2,16	2,09	
500	3,22	3,45	3,33	
600	5,05	5,30	5,22	

» 2° Tir à égalité de vitesses des obus oblongs de poids $4^{kil},100$ et 4 kilogrammes, sensiblement égaux, et dont les diamètres sont 80 et 84 millimètres.

Portées.	Flèches des trajectoires des obus. $2R_0 = 84^{mm}$. Expérience.	$2R = 80^{mm}$. Expérience.	Théorie *.	Observations.
m	m	m	m	
600	5,20	4,82	4,85	* Les flèches théoriques ont été calculées avec la formule $\frac{F}{F_0} = 0,952$, en prenant celles de la deuxième colonne pour terme de comparaison.
800	10,08	9,46	9,57	
1000	16,30	15,50	15,48	
1400	37,40	33,75	35,53	
1800	69,31	62,70	65 96	

» Si $V_0 = V$ et $R_0 = R$, la formule (A) devient

$$(3) \qquad \frac{F}{F_0} = \frac{\sqrt{P_0}}{\sqrt{P}}.$$

» Ainsi, *les flèches des trajectoires d'égales portées, de deux projectiles qui ont le même diamètre et sont projetés avec la même vitesse initiale, doivent être en raison inverse des racines carrées de leurs poids.*

Tableau synoptique des résultats de la théorie et de l'expérience.

» 1° Tir à égalité de diamètres et de vitesses initiales des obus oblongs de 4 kilogrammes, français et russes (1), pesant 4 kilogrammes et $4^{kil},514$.

---

(1) Les diamètres sont 84 millimètres et $85^{mm},8$, et les vitesses initiales 340 mètres et 345 mètres; par conséquent

$$\frac{R}{R_0} = \frac{85,8}{84} = 1,021, \quad \frac{V_0^2}{V^2} = \left(\frac{340}{345}\right)^2 = \frac{1}{1,024};$$

de sorte que l'influence des diamètres et des vitesses se neutralise sensiblement, car

$$\frac{R}{R_0} \times \frac{V_0^2}{V^2} = 0,99.$$

Flèches des trajectoires des obus.

Portées.	français.	russes.	
	Expérience.	Expérience.	Théorie *.
m	m	m	m
650........	5,71	5,23	5,36
1000........	16,30	15,47	15,32
1500........	44,47	42,36	41,82
1900........	80,89	80,00	76,03
2130........	107,12	105,40	100,87

OBSERVATIONS.

* Les flèches théoriques ont été calculées au moyen de la formule

$$\frac{F}{F_0} = 0,940,$$

en prenant celles de la deuxième colonne pour terme de comparaison.

» 2° Tir à égalité de diamètres et de vitesses initiales (1) des balles pesant 27 grammes et $33^{gr},3$.

Flèches des trajectoires des balles.

Portées.	$P_0 = 33^{gr},5$.	$P = 27^{gr}$	
	Expérience.	Expérience.	Théorie *.
m	m	m	m
200........	0,39	0,47	0,44
300.........	0,96	1,15	1,07
400.........	1,88	2,16	2,09
500.........	3,08	3,60	3,43
600.........	4,76	5,50	5,30

OBSERVATIONS.

* Les flèches théoriques ont été calculées au moyen de la formule

$$\frac{F}{F_0} = 1,114,$$

en prenant celles de la deuxième colonne pour terme de comparaison.

PHYSIQUE. — *Sur quelques phénomènes de décomposition, produits par la lumière.* Note de **M. Morren.**

« Le *Compte rendu* de la séance du 12 juillet dernier contient un Mémoire de M. Abel sur les propriétés explosives des corps. Les conclusions de ce savant sont en telle coïncidence avec les faits dont je m'occupe en ce moment, que j'ai besoin de faire connaître à l'Académie d'abord toute l'adhésion que m'inspire ce remarquable travail et ensuite les faits nouveaux qui, rencontrés dans une voie différente, apportent cependant des vérifications de plus aux conclusions de M. Abel.

» M. Tyndall, dans des publications récentes, a appelé l'attention et les recherches des physiciens et des chimistes sur un mode particulier d'analyse et de synthèse. Il a soumis les vapeurs de différents corps à l'action de la lumière puissamment concentrée par une lentille. C'est principalement

(1) Les diamètres des balles de 27 grammes et de $33^{gr},5$ sont $12^{mm},2$ et 12 millimètres, et les vitesses initiales 410 mètres; par conséquent les flèches de la balle 27 grammes, calculées dans l'hypothèse du diamètre 12 millimètres au lieu de $12^{mm},2$, seront un peu petites, puisqu'elles sont proportionnelles aux calibres.

la lumière électrique qui a été employée, et les corps étudiés ont été surtout des corps de nature organique.

» J'ai suivi le physicien anglais dans la voie qu'il indique, mais en me bornant à l'emploi de la lumière solaire et à l'examen des gaz les plus simples et des corps volatils de la chimie minérale. Les molécules de ces corps sont moins complexes, moins mobiles, et dès lors plus facilement saisissables dans les composés qu'elles peuvent former.

» On sait que les rayons divers qui composent la lumière solaire forment trois groupes : calorifiques, lumineux et chimiques, et les mouvements ondulatoires correspondants à chacun d'eux sont de plus en plus rapides.

» Tous les corps de la chimie peuvent être classés en deux séries : la première (l'acide sulfureux SO^2 en est le type) est celle des corps qui se forment sous l'action de la chaleur; la seconde (je citerai l'*acide chlorhydrique*) est celle des corps qui se produisent sous l'action des rayons chimiques.

» J'ai reconnu, et j'indique ici à grands traits les résultats de nombreuses expériences, j'ai reconnu qu'il me fallait admettre la conclusion suivante : Si un corps se forme et se maintient dans certaines conditions ondulatoires, il faut que les oscillations propres des atomes qui constituent sa molécule soient différentes de celle du milieu, où le corps a été produit. Mais si l'on transporte le corps dans un autre milieu où se produisent des vibrations synchrones avec celles de ses atomes, les vibrations de ces derniers deviennent plus énergiques, et, la force vive qu'ils accumulent ainsi devenant rapidement considérable, les atomes sont jetés à une distance les uns des autres plus grande que le rayon de leur sphère d'action. L'édifice atomique précédemment formé est démoli; les atomes conservant leurs attractions spéciales forment un édifice nouveau, possible dans les conditions d'oscillation qui les entourent, par conséquent ne possédant plus les mêmes oscillations synchrones que celles du milieu. Un exemple pris parmi les faits nombreux que l'expérience m'a donnés fera mieux saisir ma pensée. Ainsi l'acide sulfureux, SO^2, est édifié avec une facilité extrême par l'action de la chaleur sur le soufre et l'oxygène. Ce gaz, produit sous l'action des ondulations calorifiques, peut exister au milieu d'elles, elles le traversent sans l'altérer. Il ne vibre pas comme elles, exactement comme un corps élastique sonore qui ne vibre pas si les ondulations aériennes qui viennent le choquer ne sont pas synchrones avec celles qui lui sont possibles. Mais si SO^2 est amené sous l'action de rayons chimiques convenables, immédiatement et avec une facilité aussi merveilleuse que puissante, l'édifice atomique

SO^2 est démoli; du soufre se précipite et peut être recueilli (il pourrait sans nul doute se combiner à d'autres corps si SO^2 n'était pas seul), et il se forme une molécule nouvelle SO^3, qui peut être recueillie et même dosée, molécule plus pesante, qui ne vibre plus d'une manière synchrone avec les rayons chimiques qui l'ont produit. Les mouvements des atomes sont devenus plus lents, car SO^3 reportée dans les rayons calorifiques se met à osciller sous leur action et recueille la force vive qui en s'exagérant détruira la molécule SO^3 récemment formée.

» Dans ces évolutions atomiques, les molécules puissamment éclairées qui se démolissent et se reconstruisent sous l'œil de l'expérimentateur, placé avec avantage dans l'obscurité, donnent lieu à des phénomènes extrêmement remarquables, de polarisation, de coloration, de mouvement et même de *tranquillité* extrême : ce dernier cas se présentant lorsqu'un corps formé sous l'action des rayons chimiques est transporté dans les ondulations calorifiques, qu'il absorbe et emmagasine avec une extrême énergie.

» L'exposé détaillé des expériences serait trop long : il est réservé pour un Mémoire spécial. J'ajouterai que des écrans de différentes natures peuvent arrêter au passage telle ou telle espèce de rayon. Je citerai pour les rayons chimiques un écran qui n'est pas connu, qui les arrête admirablement et qui sera pour la photographie un remplaçant avantageux du verre jaune. C'est le sulfate acide de quinine, placé entre deux lames de verre et d'une épaisseur de 4 à 5 millimètres.

» On conçoit dès lors parfaitement la manière variée avec laquelle une substance explosive détone, suivant la précision et la convenance avec lesquelles on lui présente les vibrations synchrones qu'elle réclame. Elle le fait comme tout corps auquel on présente les vibrations convenables. Le platine offre sous ce rapport des faits saisissants : légèrement chauffé, il n'émet que des rayons calorifiques; chauffé davantage, il émettra des rayons de plus en plus réfrangibles, rouge sombre, rouge devenant plus vifs par l'addition des rayons oranges, jaunes; il émet déjà des rayons chimiques; un moment arrivera où, plongé dans un mélange d'hydrogène et d'oxygène, il opérerait leur combinaison, pour former l'eau, qui est un corps que les premiers rayons du spectre édifient et ne détruisent plus. En chauffant encore le platine, il devient blanc par l'adjonction de tous les rayons du spectre, puis blanc éblouissant; il fond alors, et il émet en ce moment assez de rayons chimiques extrêmes pour démolir l'édifice atomique de l'eau qu'il avait formé plus tôt.

» La nombreuse série de faits sur lesquels s'appuient les inductions pré-

cédentes les rapprochent des vues théoriques de M. Abel et de celles de M. Favre relatives à la décomposition des corps par les vibrations synchrones développées dans la pile et transmises par les arcs interpolaires aux corps électrolysés. »

THERMODYNAMIQUE. — *Sur la détente des gaz.* Note de **M. A. Cazin**, présentée par M. Le Verrier.

« J'ai donné en 1862 (*Annales de Chimie et de Physique*) une méthode expérimentale propre à faire connaître la relation qui existe entre la pression et le poids spécifique d'une masse gazeuse, lorsqu'elle se détend sans recevoir ni céder de la chaleur. J'avais alors appliqué cette méthode entre des limites de pression peu écartées, n'ayant pas les ressources nécessaires. Aujourd'hui j'ai pu opérer jusqu'à neuf atmosphères, et c'est le résultat de ces nouvelles expériences que j'ai l'honneur de communiquer à l'Académie.

» L'appareil est installé dans une salle de l'Observatoire; je dois une partie du matériel à l'Association Scientifique de France, et à la générosité de M. Hugon. Une de ses machines à gaz mettait en mouvement une pompe à compression, et je ne saurais trop me louer de son excellent service. Qu'il me soit permis de remercier ici M. Le Verrier et M. Hugon de leur gracieux concours.

» Je vais rappeler le principe de ma méthode. Le gaz est renfermé dans deux réservoirs A et B, réunis par un robinet à large orifice (4 centimètres de diamètre). Ce robinet étant fermé, une pompe puise le gaz dans le réservoir B et le comprime jusqu'à la pression p_1 dans le réservoir A. Supposons qu'on ouvre le robinet et qu'on le referme au moment précis où il y a égalité de pression de part et d'autre de l'orifice. Il y a eu, pendant l'écoulement, un refroidissement en A; puis, après la fermeture, les parois ont rétabli la température initiale. On mesure la pression finale p_3. Enfin on ouvre encore le robinet, on laisse l'équilibre s'établir, et on mesure la pression p_2. Cette pression ne diffère pas sensiblement de la pression acquise par le gaz à la fin de la détente, lorsque le réservoir B est assez grand. J'ai reconnu ce fait en suivant une méthode que j'ai exposée dans une Communication précédente (séance du 9 mars 1868). La masse gazeuse qui reste dans le réservoir A a donc passé rapidement de la pression p_1 à la pression p_2, et son poids spécifique a passé de la valeur ρ_1 à la valeur ρ_2. La quantité ρ_1 se calcule d'après p_1, et ρ_2 d'après p_3.

» Mais il faut reconnaître si la fermeture du robinet a été opérée à un instant bien déterminé : c'est le point essentiel de la méthode. Pour cela, on a disposé un circuit voltaïque, contenant un électro-aimant, et le mouvement du robinet détermine la fermeture de ce circuit, au moment où l'orifice s'ouvre, puis sa rupture au moment où cet orifice se ferme. L'électro-aimant fait mouvoir un pinceau, qui laisse une trace sur une feuille de papier animée d'un mouvement connu. On déduit de la longueur de cette trace la durée T de l'ouverture du robinet. Une série d'expériences comprend celles où l'on a fait varier T sans changer ni p_1 ni p_2. On la représente par une ligne ayant pour abscisses les valeurs de T et pour ordonnées celles de $\frac{p_3 - p_2}{p_1 - p_2}$. Les ordonnées varient suivant une certaine loi tant que T est inférieur à la durée θ qui correspond à l'instant cherché, et suivant une autre loi lorsque T est supérieur à cette durée. La ligne est donc formée de deux branches très-différentes, dont on détermine graphiquement le point d'intersection. L'abscisse et l'ordonnée de ce point donnent la durée θ de l'écoulement complet et la valeur de p_3 dont on a besoin.

» La branche inférieure était sensiblement une ligne droite, presque parallèle à l'axe des abscisses, ce qui indique une action échauffante des parois très-lente. On a déduit de là une correction donnant une limite supérieure de la valeur qu'eût prise p_3 si les parois eussent été imperméables à la chaleur. La faiblesse de l'action thermique des parois est remarquable; on peut l'attribuer à la formation d'une gaîne gazeuse vernissant la paroi.

» *Premier mode d'observation.* $p_1 - p_2$ est petit, on le mesure à l'aide d'un manomètre à huile, dont les branches communiquent respectivement avec le réservoir A (29 litres) et le réservoir B (520 litres), et d'un manomètre à air libre communiquant avec l'un des réservoirs. On mesure de même $p_3 - p_2$. On a pris toutes les précautions nécessaires pour que le gaz renfermé dans les manomètres ne vînt pas troubler la détente par son mouvement.

» J'ai ainsi trouvé que la quantité

$$m = \frac{\log p_1 - \log p_2}{\log p_1 - \log p_3}$$

était constante, pour l'air et l'acide carbonique, lorsque p_2 variait de 1 à 5 atmosphères. Je n'ai pas élevé plus haut la pression, parce que la résistance du réservoir de tôle B m'imposait cette limite. L'acide carbonique a présenté l'oscillation que j'ai décrite en 1862.

» Je conclus de là que, si l'un de ces gaz se détendait dans un espace imperméabble à la chaleur, sans acquérir une vitesse appréciable, la loi de la détente serait représentée par la formule connue de Laplace et Poisson

$$p = A\rho^m;$$

A et m étant deux constantes pour le même gaz : $m = 1,41$ pour l'air et $1,29$ pour l'acide carbonique.

» Ce résultat est intéressant pour la théorie mécanique de la chaleur. On sait que cette théorie conduit à cette formule lorsqu'on suppose nul le travail intérieur dans le changement subi par le gaz. Il semblait que cela ne devait plus avoir lieu pour l'acide carbonique, dont le travail intérieur est notable. M. Hirn a exposé une théorie applicable à ce cas, laquelle conduit à la même formule; mes expériences sont donc favorables à cette théorie; mais je dois faire remarquer que cette loi représente une détente idéale, irréalisable, et l'on va voir que les détentes réelles se comportent autrement.

» *Second mode d'observation.* On laisse p_1 constant et on fait varier p_2. C'est ainsi que j'ai étudié la détente depuis 9 atmosphères jusqu'à 5, 4, 3,... atmosphères. Les résultats principaux de cette recherche sont rassemblés dans le tableau ci-joint.

$p_1 = 6576^{mm}$ de mercure. $\rho_1 = 6,61302$.

Le poids spécifique $\rho = 1$ sous la pression 1000 millimètres.

	p_2.	p_3.	Δt.	θ.	Δy.	ρ_3.	ρ'.	ρ''.	$\rho'' - \rho'$.
Air :			°	s					
	4219	4728,0	29,4	0,15	0,00610	4,74641	4,74861	4,82721	0,07860
	2998	3685,0	50,9	0,23	0,00590	3,69553	3,70043	3,78846	0,08803
	2173	2925,9	70,2	0,40	0,01080	2,93198	2,94618	3,00548	0,05930
	1437	2156,5	91,0	0,54	0,01321	2,15923	2,18513	2,24883	0,06370
	769	1349,7	117,4	0,70	0,02341	1,35022	1,38272	1,44338	0,06066
Ac. carb. :									
	3285	3838,9	13,4	0,42	0,0045	3,93501	3,93947	4,56492	0,62545
	2073	2686,8	62,3	0,64	0,0070	2,72537	2,74074	3,46253	0,72179
	811	1275,1	99,3	1,12	0,0061	1,27795	1,31483	1,94386	0,62903

» Les poids spécifiques ont été calculés à l'aide des formules de M. Regnault sur la compressibilité des gaz.

» Δt est l'abaissement de température calculé, d'après p_1 et p_3, à l'aide de la loi de Gay-Lussac.

» Δy est la diminution de l'ordonnée, sur la branche inférieure de la courbe qui représente chaque série, pour un accroissement de l'abscisse

égal à 1 seconde. C'est à l'aide de ces valeurs qu'on a fait la correction relative aux parois.

» ρ_2 est le poids spécifique observé, sans aucune correction.

» ρ' est ce poids corrigé de l'action thermique des parois.

» ρ'' est ce poids calculé d'après la formule de Laplace et Poisson, avec $m = 1,41$ pour l'air, et $1,291$ pour l'acide carbonique.

» Si l'on calcule les différences $\rho'' - \rho_2$, on trouve des quantités qui varient très-peu pour l'air, à mesure que p_2 diminue, mais qui, pour l'acide carbonique, croissent d'abord, puis décroissent. Le résultat démontre que le poids spécifique réel à la fin de la détente est toujours plus petit que si le gaz suivait la loi précédente, et que l'écart ne peut être dû seulement à l'influence des parois; car, à mesure que p_2 diminue, l'abaissement de température Δt croît considérablement; par suite, l'échauffement par la paroi devrait augmenter l'écart de plus en plus, s'il n'intervenait pas une autre cause. Il faut aussi remarquer que cet écart est plus grand pour l'acide carbonique que pour l'air, bien que l'effet thermique des parois soit moindre.

» Je regarde donc l'écart observé comme le résultat de deux causes distinctes : l'une est l'action thermique des parois, l'autre est d'une nature différente.

» On a l'effet de cette dernière dans la dernière colonne du tableau. On voit que, pour les deux gaz, $\rho'' - \rho'$ va d'abord en croissant, lorsque p_2 diminue; cette différence atteint un maximum et décroît ensuite. Or il y a un effet mécanique qui varie de la même manière.

» Considérons la détente de 9 à 1 atmosphères dans deux cas distincts :

» 1° Sans vitesses appréciables : la loi est celle de Laplace et Poisson;

» 2° Comme elle a lieu dans notre appareil : les molécules situées près de l'orifice sont animées d'une certaine vitesse; il y a dans le réservoir A moins de gaz que dans le premier cas. A mesure que la pression diminue, la vitesse augmente; mais bientôt elle diminue : elle passe donc par un maximum. Suivant l'époque à laquelle on arrête l'écoulement, la différence des poids spécifiques qui existent en A, dans les deux cas, devra varier de la même manière.

» Il est vrai que mes expériences ne réalisent pas exactement le second cas. Ainsi, dans la première série, la détente se fait de 9 à 5 atmosphères environ; mais le réservoir B se trouve aussi à 5 atmosphères à la fin de l'écoulement, tandis que, dans la dernière série, le réservoir A se trouve à 5 atmosphères, alors que le réservoir B se trouve à une pression plus

faible. On conçoit néanmoins que cette circonstance n'influe pas sur le sens de l'écart.

» En résumé, la formule de Laplace et Poisson s'appliquerait à une détente *réversible;* mais il y aurait une autre loi dans le cas d'une détente *non réversible*. La recherche de cette loi sera l'objet d'une étude ultérieure.

» Je ferai encore remarquer que, la différence $\rho'' - \rho'$ étant plus grande pour l'acide carbonique que pour l'air, l'entraînement du gaz dans la détente non réversible varie dans le même sens que le travail intérieur. On retrouve un effet de la *viscosité gazeuse* dont parle M. Regnault dans son Mémoire sur la vitesse du son. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur les lois qui président au partage d'un corps entre deux dissolvants.* (*Théorie.*) Note de **M. Berthelot.**

« 1. L'existence d'un coefficient de partage indépendant des volumes relatifs des deux dissolvants, lorsque ceux-ci forment deux couches distinctes, peut être expliquée de la manière suivante. Supposons les deux liquides superposés et le corps dissous réparti uniformément dans chacun d'eux : pour que l'équilibre subsiste, il faut et il suffit qu'il ait lieu à la surface de contact des deux liquides; car là seulement s'exercent les actions qui tendent à faire passer le corps dissous de l'un des liquides dans l'autre. A l'un quelconque des deux liquides on peut donc ajouter un volume arbitraire du même liquide, saturé au même degré par le corps dissous, sans troubler l'équilibre.

» Le partage d'un corps entre deux dissolvants, le partage d'un gaz entre un liquide et un espace vide superposé, la formation d'une vapeur saturée en présence d'un excès de liquide, la dissolution d'un corps solide dans un liquide, la décomposition limitée d'un corps solide ou liquide qui dégage des gaz, toutes ces répartitions, dis-je, obéissent à des lois analogues, parce qu'elles sont déterminées uniquement par les actions qui s'exercent à la surface de séparation des deux portions distinctes d'une masse hétérogène. Les mêmes raisonnements montrent que l'équilibre final est réglé dans tous les cas par un certain rapport fixe ou coefficient, indépendant des volumes relatifs des deux systèmes mis en présence.

» 2. Attachons-nous spécialement au coefficient de partage d'un corps entre deux dissolvants. Il est naturel de comparer ce coefficient avec les solubilités du corps dans chacun des dissolvants envisagé séparément. Le dissolvant le plus actif, je veux dire celui dans lequel le corps est le plus

soluble isolément, est aussi celui qui en prend à volume égal la plus forte proportion, lorsque les deux liquides sont en présence; cette relation, presque évidente, ne nous a pas offert d'exception.

» 3. Mais le coefficient de partage varie avec la concentration; il varie par degrés successifs et continus. En général l'influence du dissolvant le plus actif s'exalte par la dilution; cependant l'acide succinique, en présence de l'eau et de l'éther, fait exception. A mesure que les liqueurs deviennent plus étendues, le coefficient semble, pour tous les systèmes expérimentés, tendre vers une certaine limite, limite qu'il suffit d'envisager dans la plupart des applications.

» 4. Substituons donc cette limite au coefficient, pour plus de simplicité, dans les déductions qui vont suivre. Pour enlever à l'aide d'un dissolvant un corps dissous dans un autre liquide, un même volume du nouveau dissolvant peut être utilisé de deux manières différentes, selon qu'il est employé d'un seul coup ou par fractions égales et successives. Dans ce dernier cas, la quantité (1) qui demeure dissoute par le liquide primitif décroît suivant une progression géométrique : $\frac{A}{B} = (1 + k)^n$; tandis que le même volume étant employé d'un seul coup on a : $\frac{A}{B} = 1 + nk$.

» 5. D'après ces mêmes lois, il est en général facile de s'assurer si un corps dissous dans un liquide et susceptible d'être partagé par un autre dissolvant est un principe défini ou un mélange. Il suffit d'agiter la liqueur avec plusieurs portions successives de l'autre dissolvant et de déterminer chaque fois le coefficient de partage. Si la liqueur est convenablement étendue, les valeurs successives de ce coefficient seront constantes ou sensiblement, dans le cas d'un principe défini. Au contraire, dans le cas d'un mélange, elles varieront d'autant plus rapidement que chacun des principes mélangés sera caractérisé par un coefficient de partage plus différent des autres. De là résultent certains préceptes précis pour la séparation des corps dissous, principes trop aisés à formuler pour y insister davantage.

» 6. Dans ce qui précède nous avons insisté surtout sur les coefficients de partage tels qu'on les a obtenus avec des liqueurs étendues, parce que c'est le cas le plus intéressant dans les applications; mais pour compléter la théorie il est nécessaire d'envisager aussi les liqueurs concentrées. A me-

---

(1) A est le poids total du corps dissous avant tout partage; B le poids qui demeure dans le dissolvant primitif à la fin de l'essai; k le poids dissous par l'une des n fractions du second dissolvant, au début.

sure que les liqueurs deviennent plus concentrées, le coefficient tend aussi vers une certaine limite, du moins dans le cas où le corps soluble possède une solubilité finie dans chacune des liqueurs. A première vue, il semblerait que cette limite dût être exprimée par le rapport des solubilités dans les deux liquides envisagés isolément. Cependant nous avons reconnu, non sans surprise, qu'il n'en est pas ainsi : il se passe ici quelque chose d'analogue à la diminution de tension de vapeur des liquides mélangés, laquelle est d'ordinaire moindre que la somme des tensions séparées.

» Soit, par exemple, l'iode en présence de l'eau et du sulfure de carbone. A 18 degrés, 10 centimètres cubes de sulfure de carbone saturé séparément renferment $1^{gr},85$ d'iode; et 10 centimètres cubes d'eau saturée, $0^{gr},014$ (ce dernier chiffre augmente un peu avec le temps, mais à ce qu'il semble par suite d'une formation lente d'acide iodhydrique): le rapport est 1 : 132. Or, en agitant le sulfure de carbone presque saturé d'iode avec de l'eau, nous avons trouvé, à 18 degrés, que 10 centimètres cubes de la liqueur sulfocarbonique retiennent 1,74 d'iode; et 10 centimètres cubes de la liqueur aqueuse, 0,0042 : rapport, 1 : 410, c'est-à-dire trois fois moindre.

» De même pour l'acide succinique en présence de l'eau et de l'éther, bien que l'écart soit moins considérable. En effet :

» A 15 degrés, 10 centimètres cubes d'eau saturée séparément d'acide succinique en renferment 0,584; densité : 1,0177;

» A 16 degrés, 10 centimètres cubes d'éther anhydre saturé renferment 0,056; densité : 0,7257;

» Rapport des solubilités : 10,4. Or le coefficient de partage calculé pour cette concentration même serait 6,8.

» Comme ce dernier chiffre se rapporte à l'eau saturée d'éther et à l'éther saturé d'eau, nous avons cru devoir répéter l'expérience en agitant l'eau et l'éther simultanément avec un excès d'acide succinique.

» A 15 degrés, 10 centimètres cubes de la liqueur aqueuse ainsi préparée renferment 0,609 d'acide succinique; et 10 centimètres cubes de la liqueur éthérée 0,103. Le rapport, 6,0, est cette fois inférieur au coefficient 6,9.

» Le coefficient de partage n'est donc pas identique, même pour les liqueurs très-concentrées, avec le rapport des solubilités.

» 7. Au surplus, il est facile de concevoir qu'il ne saurait en être ainsi, lorsqu'on étudie les liqueurs concentrées dans le cas où le corps soluble se mêle en toutes proportions avec un des dissolvants, tout en conservant une solubilité limitée dans l'autre dissolvant. Le brome, par exemple, se mêle en toutes proportions avec le sulfure de carbone, tandis qu'il possède une

solubilité limitée dans l'eau : 10 centimètres cubes d'eau saturée à 20 degrés renferment $0^{gr},325$ de brome. Or nous avons trouvé le coefficient de partage du brome entre l'eau et le sulfure de carbone voisin de 1 : 80 pour presque toutes les solutions. Même dans le cas extrême où 10 centimètres cubes de liqueur sulfocarbonique renfermaient $10^{gr},15$ de brome, 10 centimètres cubes de la liqueur aqueuse contenaient seulement 0,176 de brome, c'est-à-dire la moitié de la quantité correspondante à la saturation. Le rapport des solubilités séparées est ici infini, tandis que le coefficient de partage demeure fini.

» 8. Reste à envisager les liqueurs concentrées dans le cas où les deux solubilités sont infinies, c'est-à-dire où le corps soluble se mêle en toutes proportions avec chacun des deux dissolvants envisagés séparément. Tel est l'acide acétique en présence de l'eau et de l'éther. Ici se produisent des phénomènes tout particuliers. Si l'on mêle une grande quantité d'acide acétique pur avec une petite quantité d'eau, l'éther dissout ce mélange en toutes proportions. En augmentant peu à peu la quantité d'eau, il arrive un moment où la liqueur se sépare en deux couches : ce moment dépend du rapport entre l'acide acétique et l'éther. Les deux couches ainsi formées renferment toutes deux les trois liquides, eau, éther, acide acétique, en proportion notable quoique inégale; et leur composition relative en éther et acide change de nouveau beaucoup par l'addition d'une faible quantité d'eau. La présence d'une grande quantité d'acide acétique accroît d'autre part la solubilité de l'éther dans l'eau, en donnant lieu à des solutions spéciales; et l'addition de nouvelles quantités d'éther à ces dissolutions donne lieu à des phénomènes analogues à ceux qui viennent d'être décrits. En raison de ces phénomènes, c'est seulement dans la série des systèmes où la proportion d'acide acétique est beaucoup plus faible que celle de l'eau ou de l'éther, c'est seulement, dis-je, dans de tels systèmes qu'il est permis d'envisager la liqueur aqueuse et la liqueur éthérée comme jouant le rôle de dissolvants comparables dans toute la série.

» 9. Résumons maintenant en peu de mots quelques relations simples entre la composition des acides organiques et le coefficient de partage.

» L'éther enlève à l'eau en plus fortes proportions :

» 1° L'acide homologue le plus carburé

$$C^4H^2O^8 : C = 10,5 - 3,3\,p. \qquad C^8H^6O^8 : C = 5,1 + 3\,p.$$

$$C^4H^4O^4 \text{ comparé à } C^8H^8O^4.$$

» 2° L'acide monobasique de préférence à l'acide bibasique correspon-

dant

$$C^4H^4O^4 : C \text{ voisin de } 2. \qquad C^4H^2O^8 : C = 10,5 - 3,3p.$$

$$C^8H^8O^4 \text{ comparé à } C^8H^6O^8.$$

» 3° L'acide monobasique de préférence à un acide bibasique de composition très-voisine :

$$C^4H^4O^4 \text{ comparé à } C^8H^6O^8.$$

» 4° Les acides les moins oxygénés de préférence aux acides qui renferment autant de carbone et d'hydrogène :

$$C^8H^6O^8 : C = 5,1 + 3p. \qquad C^8H^6O^{10} : C = 49 - 5,6p.$$

$$C^8H^6O^{12} : C = 133 - 8p.$$

» 10. *Deux corps étant mis en présence simultanément de deux dissolvants se partagent entre eux comme si chacun de ces corps agissait isolément.* — Cette relation fort importante a été vérifiée avec l'eau et l'éther sur divers mélanges acétotartriques, acétoxaliques et oxalotartriques. Elle est analogue à la loi de solubilité des gaz mélangés. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *De l'influence de la lumière artificielle sur la réduction de l'acide carbonique par les plantes.* Note de **M. Ed. Prillieux**, présentée par M. Jamin.

« L'action de la lumière artificielle sur le verdissement des plantes a été mise hors de doute par les expériences de de Candolle d'abord, qui employa la lumière de plusieurs lampes, puis de M. Hervé Mangon, qui se servit de la lumière électrique; mais jusqu'ici on n'a jamais pu constater l'influence d'une lumière autre que celle du soleil sur le dégagement de gaz par les plantes. De Candolle ne put en obtenir la moindre trace en exposant des feuilles de diverses plantes à la lumière de six lampes qui suffisait pour verdir des plantes étiolées. L'expérience faite par Biot sur des feuilles d'*Agave americana*, éclairées par le réverbère de l'appareil à signaux qui servait à ses opérations géodésiques, n'a pas eu plus de succès; à la lumière artificielle les feuilles ne produisaient pas de gaz, le dégagement d'oxygène ne commençait que lorsqu'on les soumettait à la lumière du jour.

» Ainsi, d'après ces observations, les seules qui aient été faites à ma connaissance sur ce sujet, il semblerait que la lumière artificielle n'a pas le pouvoir de faire réduire l'acide carbonique et dégager l'oxygène par les parties vertes des plantes.

» Grâce à la bienveillante libéralité de M. Jamin, qui a mis à ma dispo-

sition, dans son laboratoire, la lumière d'une puissante machine magnéto-électrique, la lumière de Drummond et la lumière du gaz d'éclairage ordinaire, j'ai pu reprendre l'étude de l'influence de la lumière artificielle sur la réduction de l'acide carbonique, en y employant la délicate méthode dont j'avais déjà fait usage dans les recherches sur l'action de la lumière colorée dont les résultats ont été présentés à l'Académie dans la séance du 26 juillet.

» Des rameaux de plantes aquatiques plongés dans l'eau chargée d'acide carbonique dégagent par la partie coupée un grand nombre de bulles de gaz quand on les expose au soleil. Tout l'oxygène formé dans le rameau s'écoulant par un seul point et en une seule série de petites bulles, on comprend aisément que l'on pourra reconnaître ainsi la production d'une quantité même extrêmement faible de gaz. Seulement pour employer cette méthode avec succès il convient de tenir compte de deux faits importants : le premier est que le dégagement de gaz ne commence qu'après que la plante a été exposée à la lumière durant un certain temps, la seconde qu'il continue encore souvent d'une manière appréciable après que la plante a été soustraite à l'action de la lumière.

» Dans les conditions où je faisais mes expériences, un rameau d'*Elodea canadensis* qui avait été tenu durant tout un jour dans une complète obscurité, ne commença à dégager de bulles de gaz qu'après être resté un quart d'heure exposé à la lumière directe du soleil, et ce n'est guère qu'au bout d'une demi-heure que le courant de bulles atteignit toute son intensité. Le rameau émettait alors de 120 à 130 bulles. Quand je le remis à l'obscurité complète, le dégagement de gaz ne cessa pas subitement d'une façon absolue. Après un séjour dans l'obscurité de trois minutes, il donnait encore 4 bulles par minute; au bout de huit minutes, il n'en donnait plus que 3, et, au bout de neuf minutes, 2 par minute. Enfin après quatorze minutes, le dégagement de gaz avait cessé; du moins j'observai la plante pendant plus de deux minutes sans voir apparaître de bulle. Ainsi, en un quart d'heure, l'effet de l'insolation antérieure est éteint ou à peu près; mais le dégagement de gaz reparaît dès le moment où on expose de nouveau la plante à la lumière directe du soleil. Dans l'expérience que je rapporte, la plante, qui à l'obscurité ne dégageait plus de bulles de gaz, me donna successivement, après une minute d'insolation, les nombres suivants de bulles par minute : 72, 94, 111, 117, 126. Au bout de cinq minutes, le courant de gaz a de nouveau atteint à peu près toute son intensité.

» La conséquence de cette étude préliminaire sur le dégagement de gaz par les plantes quand elles passent de la lumière à l'obscurité et réciproquement de l'obscurité à la lumière, c'est que, pour tenter d'obtenir rapidement des plantes à la lumière artificielle un dégagement de gaz, il convient qu'elles aient été préalablement mises au soleil. Puisque, au sortir d'un séjour prolongé à l'obscurité, ce n'est qu'au bout d'un temps assez long que les plantes accusent, par un dégagement de gaz, l'action d'une lumière même aussi vive que celle du soleil, sans doute il faudrait attendre beaucoup plus longtemps avant que, sous l'influence d'une lumière relativement faible, l'émission du gaz commençât à se produire. Mais d'autre part, lorsqu'on emploie ainsi la lumière directe du soleil pour donner la première impulsion au travail de réduction de l'acide carbonique, il est indispensable de se mettre en garde contre la part d'action qui peut, dans la continuation du phénomène, être attribuée à l'insolation antérieure. Un exemple montrera la marche que j'ai suivie dans mes expériences.

» Je mets un rameau d'*Elodea canadensis* au soleil dans de l'eau chargée d'acide carbonique et l'y laisse plus d'un quart d'heure, puis je compte le nombre de bulles qui se dégagent à l'extrémité coupée; il est successivement de 8, 9, 9, 9 par minute.

» Je mets alors le flacon qui contient le rameau de plante à l'obscurité complète durant environ dix minutes pour éteindre, du moins en partie, l'effet de l'insolation antérieure; puis j'expose la plante à la vive lumière de la machine magnéto-électrique en plaçant le flacon à environ un décimètre de la source lumineuse. Je vois se dégager des bulles et j'en compte successivement 7, 8, 8, 8, 7 par minute. J'éteins alors la lumière électrique et j'observe, à l'aide d'une bougie, quel est le dégagement de bulles à l'obscurité. Je compte successivemet 1, 1, 1, 1 bulle par minute; il faut donc diminuer de 1 au moins les chiffres précédents pour avoir le nombre de bulles dont le dégagement doit être attribué à l'action de la lumière électrique. Apres quelque temps passé dans l'obscurité complète je rétablis de nouveau la lumière électrique et je vois se produire encore des bulles de gaz. J'en compte successivement 4, 5, 5, 5, 6, 6, 6 par minute. J'éteins de nouveau la lumière électrique et j'observe le dégagement de gaz à l'obscurité à l'aide d'une bougie; il n'est plus que de 3 bulles en quatre minutes et demie. Pour terminer l'expérience, j'expose de nouveau la plante à la lumière directe du soleil et je compte les nombres suivants de bulles par minute : 7, 7, 8, 9, 9, 10, 10.

» Cette expérience me semble prouver nettement que la lumière électri-

que a sur le dégagement de gaz par les plantes une action énergique. Des observations semblables plusieurs fois répétées m'ont donné des résultats analogues. L'éclat de la lumière fournie par la machine était trop variable pour produire des effets qui fussent bien comparables. Néanmoins ils étaient très-généralement moindres par rapport à ceux du soleil que dans l'expérience que je viens de rapporter et pendant laquelle le ciel n'était pas bien pur ni la lumière du soleil bien vive. Je donnerai ici le nombre moyen de bulles dégagées par minute dans quelques-unes de mes expériences :

	I.	II.	III.	IV.
A la lumière solaire........	22,6	28,75	20,6	21,0
» électrique......	11,8	6,6	11,8	8,9

» J'ai répété des expériences semblables à l'aide de la lumière de Drummond et j'ai obtenu de même des dégagements de bulles de gaz. Un rameau d'*Elodea canadensis* qui, après avoir été exposé à la lumière du soleil, ne donnait plus à l'obscurité une seule bulle de gaz, en trois minutes dégagea sous l'action de la lumière de Drummond 6 bulles en quatre minutes, c'est-à-dire à quarante secondes d'intervalle. Dans une autre expérience une plante qui, à la lumière solaire, dégageait 16,5 bulles par minute en moyenne, produisait à la lumière de Drummond 5 bulles en quatre minutes, soit 1 bulle en quarante-huit secondes. Ces observations montrent nettement que la lumière de Drummond a, comme la lumière électrique, la propriété d'exciter la réduction de l'acide carbonique par les feuilles. Un résultat aussi tranché obtenu avec la lumière de Drummond m'engagea à tenter si la lumière d'un bec de gaz d'éclairage ordinaire ne produirait pas encore quelque dégagement de bulles.

» Un rameau d'*Elodea canadensis* qui, exposé à un soleil pâle, donnait en moyenne environ 4 bulles par minute dans l'eau à une température de 24°,5 C. fut placé dans l'obscurité, où le dégagement cessa; puis il fut exposé à la lumière d'un bec de gaz. Je vis aussitôt des bulles se produire à l'extrémité coupée du rameau; elles se suivaient lentement, mais avec une grande régularité. Je notais le temps qui s'écoulait entre l'instant où chacune d'elles s'échappait. Je comptai ainsi successivement entre le dégagement des bulles : $2^m\ 15^s$, $2^m\ 15^s$, $2^m\ 13^s$. La température était de 24 degrés. J'éteignis alors le gaz en ne conservant que la faible lumière nécessaire pour distinguer s'il se produisait encore des bulles. Je comptai cinq minutes entières sans voir apparaître le moindre commencement de bulle. La température était demeurée constante à 24 degrés. Tout dégagement ayant

cessé dans l'obscurité depuis plus de cinq minutes, je rallumai le gaz et aussitôt les bulles apparurent de nouveau, je les vis se dégager successivement à intervalles de $2^m 20^s$, $2^m 20^s$, $2^m 19^s$, $2^m 17^s$: la température variant de 24 à 25 degrés.

» Il résulte de tout cela que la lumière du gaz d'éclairage produit sur les plantes, bien qu'à un moindre degré, le même effet que la lumière de Drummond et que la lumière électrique. Ces diverses sortes de lumière artificielle agissent sur la chlorophylle comme agit la lumière du soleil, quoique avec une moins grande énergie, et lui donnent de même le pouvoir de décomposer l'acide carbonique et de produire de l'oxygène. »

« **M. Dumas**, après avoir rappelé en quelques mots les expériences de M. *Hervé-Mangon* sur la formation de la matière verte des plantes sous l'influence de la lumière électrique, fait connaître le résultat obtenu par le même observateur, absent de Paris en ce moment, dans des expériences qu'il poursuit depuis plusieurs mois. Elles ont pour but de reconnaître l'effet produit sur les plantes par une atmosphère artificielle riche en acide carbonique.

» On sait que M. Brongniart a supposé que l'atmosphère était beaucoup plus chargée d'acide carbonique à l'époque de la végétation houillère, qu'elle ne l'est aujourd'hui. M. Hervé-Mangon voulant se rendre compte de l'effet que produirait un milieu pareil sur la végétation a placé un pied de *Thuya nana* dans une atmosphère formée à parties égales d'air et d'acide carbonique. La plante a vécu, prospéré et ses rameaux se sont bien plus allongés même que ceux des sujets de comparaison qui ont vécu à l'air libre.

» Ainsi, une plante, et celle-là en particulier, résiste, vit et prospère dans un air qui contient 50 pour 100 d'acide carbonique. L'atmosphère artificielle était saturée d'humidité; il y aura donc à en faire la part quant à l'énergie exceptionnelle de la végétation. Mais, à l'égard de l'innocuité de l'acide carbonique à cette dose élevée, c'est un fait acquis. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Chaleur de combustion de la houille* (suite). Note de **MM. A. Scheurer-Kestner** et **C. Meunier**, présentée par M. Balard.

Houilles du bassin du Creusot. — L'étude, au point de vue chimique et calorifique, de la houille du Creusot, offre un intérêt particulier. Ce bassin présente quatre variétés de houille, très-bien définies. Des échantillons types

nous ont été envoyés par M. l'ingénieur de la mine; ils ont été choisis avec soin et ils portaient l'indication du puits et de l'étage dont ils provenaient.

» Ces échantillons ont été broyés, analysés, et essayés au calorimètre.

» La houille du Creusot est très-riche en carbone; l'essai au calorimètre est plus facile qu'il ne l'est pour celles de Ronchamp et de Saarbruck. Nous avons pu employer l'oxygène pur, sans provoquer ni dépôt de noir de fumée, ni explosion; par suite, la combustion a été plus complète. Chaque essai a été répété au moins deux fois. Nous trouvons, comme pour les houilles que nous avons étudiées précédemment, que la chaleur de combustion observée est très-supérieure à celle qui résulte du calcul fait d'après la loi de Dulong. Elle est même plus élevée que la somme des chaleurs de combustion des éléments, en ne tenant pas compte de l'oxygène (1).

» Nous avons étudié les quatre espèces suivantes :

» 1. Houille anthraciteuse du puits Saint-Pierre; étage 260 et 338;

» 2. Houille maigre du puits Saint-Paul; étage 233;

» 3. Houille mi-grasse du puits Saint-Paul; étage 233;

» 4. Houille grasse du puits Chaptal; étage 130.

Analyse de la houille brute.

	I.	II.	III.	IV.
Eau	1,76	1,19	0,79	0,42
Carbone	87,36	87,67	87,04	87,18
Hydrogène	3,47	4,09	3,97	4,35
Cendres	3,63	2,25	2,52	1,06
Oxygène et azote	3,75	4,80	5,68	6,99
	100,00	100,00	100,00	100,00

Composition de la houille pure.

	I.	II.	III.	IV.
Carbone	92,36	90,79	90,07	88,40
Hydrogène	3,66	4,24	4,10	4,41
Oxygène et azote	3,98	4,97	5,83	7,19
	100,00	100,00	100,00	100,00

(1) Nos résultats doivent en général être un peu au-dessous de la vérité. Il reste toujours dans la capsule du calorimètre une certaine quantité de combustible, non brûlé, mélangé au coke. Dans l'impossibilité de le déterminer exactement, nous avons dû considérer tout le résidu comme du coke, et compter le carbone à 8080 calories. L'erreur peut s'élever à 100 calories sur 9000, dans les plus mauvaises conditions où nous avons opéré.

	I.	II.	III.	IV.
Chaleur de combustion observée.....	9409	9428	9419	9628
Chaleur de combustion calculée (1)...	8584	8732	8689	8668
Différence en plus..........	825	696	730	960

» Les trois premiers échantillons n'offrent pas de différences sensibles dans leur pouvoir calorifique; mais la houille grasse s'en éloigne notablement. C'est une mieux value que l'analyse chimique ne permettait pas de prévoir; au contraire, la houille grasse renferme plus d'oxygène que les trois échantillons précédents.

» Nous avions remarqué, pour les bassins de Ronchamp et de Saarbruck, que la chaleur de combustion est proportionnelle à la contenance en carbone de la partie volatile de la houille. Le combustible du bassin du Creusot fait exception à cette règle. On ne peut tirer aucune conclusion de la comparaison entre la composition chimique élémentaire et la chaleur de combustion.

» Un fait digne de remarque, et qui montre combien peu on doit se fier à la composition élémentaire d'une houille, pour juger de sa valeur comme combustible, c'est la similitude de composition qui existe entre un de nos échantillons de houille de Ronchamp et la houille grasse du Creusot, comparée au pouvoir calorifique de ces deux houilles. Tandis que les résultats de nos analyses sont tels qu'ils pourraient être considérés comme provenant de la même houille, il y a entre les chaleurs de combustion une différence de 500 calories.

	Creusot (grasse).	Ronchamp.
Carbone..................	88,40	88,42
Hydrogène................	4,41	4,41
Oxygène et azote...........	7,19	7,17
	100,00	100,00
Chaleur de combustion......	9117	9628

» Cette similitude de composition disparaît lorsqu'on examine séparément, dans les deux houilles, la composition de la partie volatile :

	Ronchamp.	Creusot.
Carbone fixe..............	71,60	80,01
» volatilisable........	16,80	8,41
	88,40	88,42

(1) Le calcul a été fait en additionnant les chaleurs de combustion du carbone et de l'hydrogène, et en ne tenant pas compte de l'oxygène, qui, d'après la loi de Dulong, devrait faire disparaître une quantité équivalente d'hydrogène.

» De toutes les houilles que nous avons essayées jusqu'à présent, c'est la houille grasse du Creusot qui a la chaleur de combustion la plus élevée.

» *Houilles belges.* — Nous devons à l'obligeance de notre ami M. Usiglio, Directeur de l'usine de Chauny, des échantillons des combustibles de Denain et d'Anzin. Sur notre demande, M. Usiglio a bien voulu faire faire des prises d'essai, d'après notre méthode, sur de grands tas de combustible livrés à l'usine de Chauny. Les échantillons dont nous avons disposé représentent donc la composition moyenne de ces combustibles.

Analyses de la houille brute.

	Denain.	Anzin.
Eau	1,14	1,03
Carbone	77,68	78,78
Hydrogène	4,10	3,92
Oxygène et azote	10,73	10,55
Cendres	6,35	5,72
	100,00	100,00

Composition de la houille brute.

	Denain.	Anzin.
Carbone	83,94	84,47
Hydrogène	4,43	4,21
Oxygène et azote	11,63	11,32
	100,00	100,00

	Denain.	Anzin.
Chaleur de combustion observée	9085	9257
» » calculée.	8306	8273
Différence en plus	749	984
Carbone fixe	70,35	77,24
» volatilisable	13,59	7,23
	83,94	84,47

» Pour ces deux houilles, comme pour les deux précédentes, c'est celle qui renferme la plus grande proportion de carbone fixe qui possède la chaleur de combustion la plus considérable.

» Quoi qu'il en soit, l'ignorance dans laquelle nous nous trouvons, au sujet de la composition immédiate de la houille et de sa structure moléculaire, nous empêche de tirer une conclusion des résultats que nous avons obtenus; et nous devons nous borner à constater que tous les échantillons

de houille (1) dont nous avons déterminé la chaleur de combustion nous ont donné des résultats supérieurs à la somme des chaleurs de combustion des éléments. »

CHIMIE. — *Sur quelques composés isopropyliques : succinate, benzoate, azotite et azotate d'isopropyle.* Note de **M. R.-D. Silva**, présentée par M. Wurtz.

« Conduit par l'intérêt qui se rattache aux composés isomères, j'ai donné (2) les premiers résultats d'expériences que j'ai entreprises sur quelques combinaisons du radical isopropyle : la présente Note comprend l'étude de plusieurs éthers de ce radical et fait suite à mon travail.

» *Succinate d'isopropyle.* — Ce corps a été préparé par la méthode de M. Wurtz, déjà employée dans des expériences précédentes; j'ai pris du succinate d'argent, récemment préparé et desséché à 100 degrés, et de l'iodure d'isopropyle, ce dernier étant dissous dans de l'oxyde d'éthyle anhydre. Ces corps, contenus dans des ballons, ont été refroidis dans un mélange réfrigérant; puis, la solution d'iodure a été versée, peu à peu, sur le succinate. Après que le mélange a été fait, on a réuni le ballon à un réfrigérant à reflux et on l'a chauffé à 100 degrés, dans un bain d'eau, pendant environ trois heures.

» En opérant ainsi, j'ai obtenu une masse jaunâtre formée d'iodure d'argent et de succinate d'isopropyle,

$$\left.\begin{matrix} C^4H^4O^2 \\ (CH^3\text{-}CH\text{-}CH^3)^2 \end{matrix}\right\} O^2.$$

» On sépare le succinate d'isopropyle de la masse jaune dont il a été question, en l'épuisant par l'éther anhydre. On filtre la solution éthérée et on chasse l'oxyde d'éthyle, par distillation, au bain d'eau. Le liquide, non volatil dans ces conditions, qui reste dans l'appareil distillatoire, est le succinate d'isopropyle, contenant des traces d'eau et des parcelles d'acide succinique libre, régénéré au début de l'opération, par suite d'un faible dégagement de propylène qui se produit. On filtre ce liquide, on le dessèche sur du chlorure de calcium, et on le distille au bain d'huile dans un appareil convenable. Dans ces conditions, quoique soumis à une haute température, le succinate distille sans altération.

» *Propriétés du succinate d'isopropyle.* — Le succinate d'isopropyle est un

(1) Au nombre de dix-neuf et tirés de cinq bassins différents.
(2) *Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 1476.

liquide incolore, légèrement épais à la température ordinaire et doué d'une odeur particulière assez agréable. Il est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et dans l'éther; peu inflammable, il brûle à une température assez élevée avec une flamme fuligineuse, en répandant des vapeurs irritantes. Son point d'ébullition est placé à 228 degrés, sous la pression de 761 millimètres; ses densités à zéro et à + 18°,5 sont représentées par les nombres 1,009 et 0,997.

» Comme le butyrate et le valérate d'isopropyle, le succinate de ce radical est inactif à la lumière polarisée; son indice de réfraction, pour la raie jaune du sodium, est égale à 1,418.

» Dans une autre publication, je donnerai les pouvoirs absorbants de cet éther et de quelques autres du même radical alcoolique, pour certaines radiations calorifiques du spectre solaire. Ces déterminations, comme celles d'autres constantes physiques de ces composés, ont été faites dans le Laboratoire de M. le Professeur Desains, et sous sa bienveillante direction.

» *Benzoate d'isopropyle*, $\left.\begin{matrix} C^7H^5O \\ (CH^3\text{-}CH\text{-}CH^3) \end{matrix}\right\} O$. — Cet éther a été préparé par la même méthode que le succinate, à l'aide du benzoate d'argent et de l'iodure d'isopropyle.

» La préparation du benzoate d'isopropyle exige des précautions toutes particulières, dont les détails ne peuvent pas être donnés dans cette Note : en opérant comme pour le succinate, on obtient une masse jaunâtre, que l'on épuise par l'éther anhydre. On chasse l'oxyde d'éthyle de cette dernière solution, et l'on distille, dans le vide, une ou deux fois le liquide obtenu. Le produit de ces distillations dans le vide, qui est le benzoate d'isopropyle, peut alors être distillé sous la pression ordinaire.

» *Propriétés du benzoate d'isopropyle.* — Le benzoate d'isopropyle est un liquide incolore, doué d'une odeur benzoïque très-agréable. Sa consistance, légèrement épaisse, est sensiblement égale à celle du benzoate d'éthyle; il est soluble dans l'alcool et dans l'éther, insoluble dans l'eau.

» Peu inflammable, il brûle à une température élevée, avec une flamme fuligineuse, en donnant des vapeurs irritantes; il bout à 218 degrés, sous la pression de 762 millimètres, la température du baromètre étant de + 25 degrés. Plus dense que l'eau, ses densités à zéro et à + 25 degrés sont égales à 1,054 et 1,013.

» Son indice de réfraction, pour les radiations comprises entre le rouge et l'orangé, est égal à 1,496. En décomposant un faisceau de lumière éma-

née d'une lampe au gaz d'éclairage, par un prisme rempli de benzoate d'isopropyle, on obtient un beau spectre très-dilaté, ce qui indique que ce liquide possède un coefficient de dispersion considérable.

» *Azotite d'isopropyle.* — L'azotite d'isopropyle a été obtenu à l'aide de l'azotite d'argent et de l'iodure d'isopropyle, en prenant la précaution de refroidir considérablement les deux corps avant de les faire réagir. La réaction qui se produit donne lieu à la formation d'iodure d'argent et d'azotite d'isopropyle, que l'on sépare par distillation. Contrairement à ce qui arrive pour tous les éthers isopropyliques que j'ai préparés, le nitrite se décompose en présence d'une solution de carbonate alcalin; quand il est humide, il décompose le chlorure de calcium, en donnant lieu à un dégagement de gaz chlorhydrique. Aussi, pour purifier l'azotite d'isopropyle, on le lave rapidement avec un lait de chaux, puis on le dessèche sur du nitrate de calcium fondu et pulvérisé.

» Cet éther est un liquide inflammable, légèrement coloré en jaune, et doué d'une odeur *nitreuse*. Il bout à 45 degrés, sous la pression de 762 millimètres; ses densités à zéro et à + 25 degrés sont égales à 0,856 et 0,844.

» *Azotate d'isopropyle,* $\left.\begin{matrix} AzO^2 \\ (CH^3\text{-}CH\text{-}CH^3) \end{matrix}\right\} O$. — Ce composé a été obtenu en faisant agir l'iodure d'isopropyle sur l'azotate d'argent fondu et en poudre.

» Il se forme une masse jaune d'iodure d'argent de laquelle on sépare l'azotate d'isopropyle par distillation, au bain d'huile, *mais à une température modérée*. On lave l'éther impur obtenu avec une solution de carbonate de potassium, et on le dessèche à l'aide du chlorure ou de l'azotate de calcium.

» L'azotate d'isopropyle est un liquide incolore, mobile et très-inflammable, brûlant avec une flamme blanche peu éclairante. Son odeur rappelle celle des azotates de radicaux alcooliques; sa vapeur surchauffée détone avec violence, comme celle du nitrate d'éthyle. Son point d'ébullition, sous la pression normale, est placé entre 101 et 102 degrés; ses densités à zéro et à + 19 degrés sont égales à 1,054 et 1,036. Il est inactif à la lumière polarisée, et son indice de réfraction, pour la raie jaune du sodium, égal à 1,391.

» Ayant chauffé pendant plusieurs jours entre 100 et 110 degrés de l'azotate d'isopropyle avec un excès d'ammoniaque, j'ai pu retirer du produit un mélange d'iso et de di-isopropylamine.

» Mes expériences ont été faites au laboratoire de M. Wurtz. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Observations, à propos d'une assertion de* M. Le Verrier, *sur le procédé indiqué pour reconnaître l'âge des manuscrits.* Note de **M. F. Carré**. (Extrait.)

« Je lis dans le dernier numéro des *Comptes rendus* la suite du plaidoyer de M. Le Verrier contre les manuscrits de M. Chasles, plaidoyer dans lequel il s'inscrit en faux contre le procédé que j'ai indiqué dans la séance du 24 mai pour reconnaître « avec une approximation assez grande » l'âge des manuscrits, et obtenir, à la presse, des copies d'écritures vieillies et ne pouvant plus être copiées par les moyens usités.

» Postérieurement à ma Communication, deux Membres éminents de l'Académie ont, au point de vue de l'application de ce procédé à la recherche des faux, élaboré deux moyens différents de donner artificiellement à une écriture récente des apparences de vétusté; l'un de ces moyens implique une altération du papier, qui devient révélatrice de l'artifice employé; je ne puis caractériser l'autre, qui m'est imparfaitement connu. Évidemment un faussaire qui eût connu et le procédé d'investigation récemment proposé, et les moyens d'altérer les encres qui sont venus à la suite, ne se serait pas fait faute de recourir à ceux-ci, par prévision contre celui-là; plus évidemment encore, une logique rigoureuse s'abstient de conclure de la possibilité d'un fait à sa réalité.

» Mais, à côté ou plutôt au-dessus des quelques misérables qui s'adjugent la triste mission d'épaissir l'opacité de l'incertitude humaine, il y a l'immense majorité des hommes loyaux, dont les actes et les écrits sont exempts d'artifice, et je me plais à croire qu'au moins les quatre-vingt-dix-neuf centièmes des écrits courants ne sont point sophistiqués.

» Aux manuscrits de cette provenance, les expériences exécutées au Laboratoire des recherches physiques de la Sorbonne, la longue série de celles faites par M. Balard, ont prouvé surabondamment que le procédé communiqué est largement applicable, lorsqu'il s'agit, à défaut d'autres indices, d'évaluer leur âge, dans la mesure énoncée; la perspective qu'il reste limité à l'usage exclusif des honnêtes gens et de leurs écrits ne ferait que leur donner la dose d'exception habituelle, et suffit, du reste, pour infirmer les qualifications de M. Le Verrier, de « prétendu procédé, » de « procédé sans valeur. »

TÉRATOLOGIE. — *Note sur le développement de l'embryon à des températures relativement élevées;* par **M. C. Dareste.**

« J'ai adressé à l'Académie, dans la séance du 26 juillet dernier, un travail sur le développement de l'embryon à des températures relativement basses. Pendant que j'exécutais les expériences qui forment la base de ce travail, j'avais entrepris une autre série d'études sur le développement de l'embryon à des températures relativement élevées. Je n'ai pu terminer ce travail, et je suis actuellement obligé de l'ajourner. Mais quelque incomplètes qu'aient été mes recherches sur ce nouveau sujet, elles m'ont permis cependant de constater un résultat d'une grande importance, et que je puis signaler dès à présent : c'est que les températures un peu supérieures à celles de l'incubation normale, de même que les températures un peu inférieures, déterminent les mêmes anomalies chez l'embryon en voie de formation, anomalies qui s'expliquent toutes par des arrêts de développement, partiels ou généraux. Les températures relativement élevées, comme les températures relativement basses, sont donc des causes perturbatrices qui mettent l'embryon dans un état de variation : quant à la nature même des anomalies produites, elle est très-diverse, et ne peut évidemment s'expliquer que par une cause qui, actuellement du moins, nous échappe d'une manière complète, la diversité originelle des germes.

» Ce résultat devient plus remarquable encore quand on le compare à ce qui arrive lorsque l'on modifie les conditions de l'incubation par d'autres procédés, tels que l'application partielle d'un enduit imperméable sur la coquille de l'œuf, ou la position verticale. On voit, dans toutes ces expériences, que les changements dans les procédés ordinaires de l'incubation, quelle que soit leur nature, produisent toujours le même effet, un état de variation qui se caractérise par des arrêts de développement.

» J'espère pouvoir, l'année prochaine, mettre ces faits en complète évidence; mais, dès à présent, je puis signaler ce résultat très-général auquel m'ont conduit mes longues études sur la tératologie expérimentale.

» En terminant cette Communication, je dois rectifier deux erreurs typographiques qui se sont glissées dans ma Communication du 26 juillet, et qui en changent complétement le sens.

» La température la plus basse qui détermine le développement de l'embryon est la température de 30 degrés, et non celle de 40 degrés, qui est la température du développement normal.

» Les températures relativement basses qui m'ont servi à la production

des anomalies sont les températures de 30 à 34 degrés, et non celles de 30 à 40 degrés. »

M. Zöllner adresse, de Leipzig, trois brochures, écrites en allemand, et contenant la description d'un nouveau spectroscope, de nouvelles observations sur l'analyse spectrale des astres, et des observations sur les protubérances solaires.

Ces pièces seront soumises à l'examen de M. Faye, pour en faire, s'il y a lieu, l'objet d'un Rapport verbal.

M. Toselli fait savoir à l'Académie qu'un bloc de glace, fabriqué par son procédé en dix-huit minutes et pesant 23 kilogrammes, a pu être envoyé à Alger : il avait conservé, à l'arrivée, un poids de 10 kilogrammes.

La séance est levée à 5 heures et demie. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 9 août 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

Zoologie et Paléontologie générales. Nouvelles recherches sur les animaux vertébrés dont on trouve les ossements enfouis dans le sol; par M. P. Gervais, 1re série, livr. 10 et 11. Paris, 1869; in-4° texte et planches.

Mémoires de la Société impériale des Sciences naturelles de Cherbourg, t. XIV; 2e série, t. IV. Paris et Cherbourg, 1869; in-8° avec planches.

Recherches sur l'âge des grès à combustibles d'Helsinborg et d'Höganäs (Suède méridionale), suivies de quelques aperçus sur les grès de Hör; par M. Hébert. Paris, 1869; br. in-8°.

Mousses des environs de Cherbourg; par M. Aug. Le Jolis. Paris et Cherbourg, 1868; br. in-8°.

Tableaux indicateurs des origines et progrès des assurances sur la vie, précédés d'un aperçu historique; par M. Henriquez Pimentel. La Haye, 1869; br. in-8°.

Bulletin de la Société botanique de France, t. XVI, 1869. *Comptes rendus des séances.* Paris, 1869; in-8°.

Notice sur la Vie et les Ouvrages du Général J.-V. Poncelet; *par* M. le Général DIDION. Paris, 1869; br. in-8°. (Présenté par M. le général Morin.)

Relation de trois cas de fistules vésico-vaginales et *d'un cas de fistule urétéro-utérine opérées avec succès; par* M. le Dr L. DUCLOUT. Paris, 1869. (Adressé au concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1870.)

Transactions... *Transactions de la Société Géologique d'Édimbourg*, t. I, 1re et 2e parties. Édimbourg, 1868; 2 brochures in-8° avec planches.

New... *Nouvelle théorie de l'univers; par* M. J. BEDFORD. Londres et Liverpool, 1854; br. in-8°.

Physical... *Preuves physiques et historiques des affaissements du sol sur le littoral nord et occidental de la France et sur le littoral sud-ouest et occidental d'Angleterre; par* M. R.-A. PEACOCK. Londres, 1868; in-8° relié.

Erläuterungen... *Éclaircissements sur la 2e édition de la carte géologique de la Suède de* Studer *et* Escher; *par* M. B. STUDER. Winterthur, 1869; br. in-8°.

Das... *Sur le système nerveux dont l'action suspend les mouvements du cœur; par* M. A.-Bernhard MEYER. Berlin, 1868; in-8° relié.

Magnetische... *Observations magnétiques et météorologiques faites à l'Observatoire de Prague en* 1868, *publiées par* MM. K. HORNSTEIN *et* A. MURMANN. Prague, 1869; in-4°.

Necessita... *Nécessité de la chronologie. Observations physico-historiques sur l'*Agro Puteolano; *par* M. S. PISANO. *Notes sur les résultats chimiques des quatre premières années. Observations faites aux eaux minérales de Cantarello; par* M. R. ZANGA. Naples, 1869; in-4°.

Dei... *Des premiers principes de la Mécanique et de la Géométrie; par* M. A. GENOCCHI. Florence, 1869; in-4°.

Memorie... *Mémoires de la Société italienne des Sciences naturelles*, t. II, n° 3; t. IV, nos 1 à 3. Milan, 1867-1868; in-4°.

Atti... *Actes de la Société italienne des Sciences naturelles*, t. XI, fascicules 2 à 4. Milan, 1868-1869; 3 br. in-8°.

Intorno... *Discours sur la vie et les ouvrages de* L. Lagrange, *lu au lycée Galilée de Pise*, *par* M. A. FORTI. Rome, 1869; in-8°. (Présenté par M. Chasles.)

Ueber... *Sur un nouveau spectroscope et sur l'analyse spectrale des étoiles; par* M. J.-C.-F. Zöllner. Leipzig, 1869; br. in-8°.

Beobachtungen... *Observations des protubérances du Soleil; par* M. J.-C.-F. Zöllner. Leipzig, 1869; br. in-8°.

Astrophysik... *Physique des astres; par* M. J.-C.-F. Zöllner. Sans lieu ni date; br. in-8°. (Extrait de la publication trimestrielle de la Société royale astronomique de Leipzig.)

(Ces trois dernières brochures seront soumises à l'examen de M. Faye.)

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE JUILLET 1869. (Fin.)

Journal de Médecine de l'Ouest; 30 juin 1869; in-8°.

Journal de Médecine vétérinaire militaire; mai 1869; in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; juillet 1869; in-8°.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; nos 18 à 21, 1869; in-8°.

Journal des Fabricants de Sucre; 10e année, nos 12 à 16, 1869; in-fol.

Kaiserliche... *Académie impériale des Sciences de Vienne;* nos 15 à 19, 1869; in-8°.

L'Abeille médicale; nos 27 à 31, 1869; in-4°.

L'Aéronaute; juillet 1869; in-8°.

L'Art dentaire; juillet 1869; in-8°.

L'Art médical; juillet 1869; in-8°.

Le Gaz; nos 5 et 6, 1869; in-4°.

Le Moniteur de la Photographie; nos 8 et 9, 1869; in-4°.

Les Mondes; nos des 1, 8, 15, 22, 29 juillet 1869; in-8°.

Le Sud médical; nos 13 et 14, 1869; in-8°.

L'Imprimerie; n° 65, 1869; in-4°.

Marseille médical, n° 7, 1869; in-8°.

Magasin pittoresque; juillet 1869; in-4°.

Matériaux pour l'histoire positive et philosophique de l'homme; nos 3 et 4, 1869; in-8°.

Monatsbericht... *Compte rendu mensuel des séances de l'Académie royale des Sciences de Prusse;* avril 1869; in-8°.

Montpellier médical... Journal mensuel de Médecine; juillet 1869; in-8°.

Nachrichten... *Nouvelles de l'Université de Gœttingue*; nos 9 à 13, 1869; in-12.

Nouvelles Annales de Mathématiques; juillet 1869; in-8°.

Nouvelles météorologiques, publiées par la Société météorologique; n° 7, 1869; in-8°.

Observatoire météorologique; nos des 24 au 31 juillet 1869; in-4°.

Pharmaceutical Journal and Transactions; juin 1869; in-8°.

Répertoire de Pharmacie; juin et juillet 1869; in-8°.

Revue des Cours scientifiques; nos 31 à 35, 1869; in-4°.

Revue des Eaux et Forêts; juillet 1869; in-8°.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; nos 13 à 15, 1869; in-8°.

Revue hebdomadaire de Chimie scientifique et industrielle; nos 34 à 38, 1869; in-8°.

Revue maritime et coloniale; juillet et août 1869; in-8°.

Revue médicale de Toulouse; juillet 1869; in-8°.

The Quarterly Journal of the Geological Society; nos 95 à 97, 1869; in-8°.

The Scientific Review; n° 7, 1869; in-4°.

The Athenaeum; mai 1869; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 2 août 1869.)

Page 356, ligne 27, *supprimez les mots* citrons, des

Page 356, lignes 32 et 33, *au lieu de* des pommes, des cerises et des groseilles, *lisez* des pommes, des citrons, des cerises et des groseilles.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 AOUT 1869.

PRÉSIDENCE DE M. CLAUDE BERNARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Secrétaire perpétuel appelle l'attention de l'Académie sur un Document émané de l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg et relatif à l'extension qu'il s'agirait de donner au système métrique parmi les divers peuples.

Une discussion s'engage à ce sujet, discussion à laquelle prennent part MM. le Général Morin, Le Verrier, Faye, Mathieu, Serret. H. Sainte-Claire Deville. L'Académie décide qu'une Commission nommée dans son sein lui rendra compte de l'état de cette question, dont l'Administration française s'est occupée déjà l'année dernière, et sur laquelle plusieurs Membres de cette Académie ont été appelés à donner leur avis au Gouvernement.

M. le Président désigne, pour faire partie de cette Commission, MM. Élie de Beaumont, Dumas, Regnault, Mathieu, Le Verrier, Morin, Faye.

M. le Secrétaire perpétuel est invité par l'Académie à donner lecture de ce Document, et à en ordonner l'impression dans le *Compte rendu* de la séance.

Voici cette pièce de la Correspondance :

SYSTÈME MÉTRIQUE. — *Confection des étalons prototypes des poids et mesures métriques.* Rapport de la Commission nommée par la Classe Physico-Mathématique de l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg.

(Commissaires : MM. Struve, Wild, Jacobi rapporteur.)

La Commission nommée dans la séance du 8 avril 1869 pour examiner la proposition de M. Jacobi concernant la nécessité de soumettre à une Commission internationale plusieurs

questions qui se rapportent à la confection des étalons prototypes des poids et mesures, adhère, quant au fond, à la proposition mentionnée et a l'honneur de soumettre à la Classe les considérations suivantes.

En vue des progrès faits dans les dernières années par rapport à l'introduction plus générale du système métrique et en prévision de ce que l'adoption de ce système par les savants de tous les pays ne peut manquer de se réaliser dans un avenir prochain, il est urgent de soumettre à un examen la base sur laquelle l'unité unique et universelle des poids et mesures devra être établie définitivement. En effet, un établissement solide de cette unité est d'autant plus important qu'il n'y s'agit pas seulement du consentement de toutes les nations dans le présent, mais de la garantie qu'un avenir même éloigné ne soit réduit à renier l'héritage que nous avons voulu lui léguer Une pareille pensée avait présidé aux travaux à jamais mémorables, entrepris en France dans le but de procurer au monde une mesure universelle, invariable et susceptible d'être reproduite, « quand même, comme l'a dit Arago, des tremblements de terre, des cataclysmes épouvantables viendraient à bouleverser notre planète et à détruire les étalons prototypes gardés aux Archives. » Aujourd'hui nos appréhensions à cet égard ne sont pas assez fortes pour nous faire plaider la cause des mesures soi-disant absolues et naturelles. L'insuffisance et l'inexactitude relative de ces mesures ont été généralement reconnues et démontrées jusqu'à l'évidence par l'argumentation puissante et péremptoire du célèbre Bessel, de manière qu'il est impossible que dorénavant le monde savant revienne à la recherche de pareilles mesures. Aussi est-il démontré que l'étalon du mètre gardé aux Archives de France n'est pas la dix-millionième partie du quart du méridien; que sa longueur en est seulement une partie quelconque, dont le rapport n'est défini et valable que pour une certaine époque; et auquel il faut appliquer des corrections à chaque nouveau progrès réalisé dans notre connaissance de la figure de la terre. L'étalon en question a donc dû renoncer au caractère d'une mesure naturelle qu'on lui supposait posséder à son origine, et il n'est aujourd'hui qu'une mesure arbitraire et de convention. Cependant il est impossible de méconnaître que la fiction qui lui a servi de base a puissamment contribué à étendre son usage, en facilitant son adoption par d'autres nations. En effet, le mètre doit une grande partie de son prestige à l'idée flatteuse pour l'orgueil humain, de pouvoir rapprocher les mesures dont l'homme fait journellement usage aux dimensions du globe qu'il habite. Il est certain que l'amour-propre national aurait toujours été un obstacle à l'adoption générale, soit du pied royal de France, soit du standard yard d'Angleterre, ou du pied du Rhin, ou d'une aune quelconque. On se serait tout au plus contenté d'appliquer les principes du système métrique, ses divisions décimales et la parfaite logique de son organisation aux poids et mesures; mais leur diversité n'aurait pas disparu.

Ainsi, par des raisons scientifiques et d'opportunité trop souvent discutées pour qu'il puisse être nécessaire d'y revenir ici, toutes les nations civilisées sont tacitement d'accord pour reconnaître au système métrique français les avantages d'un système universel des poids et mesures de l'avenir et pour considérer les étalons déposés aux Archives de France comme des étalons prototypes de ces mesures. Les Gouvernements obligés, par des nécessités scientifiques ou pratiques, à se procurer des copies exactes des étalons prototypes métriques pour pouvoir y rapporter leurs propres mesures, ne peuvent obtenir ces copies à moins de demander le consentement des autorités de France et d'envoyer à cet effet des délégués à Paris. Il est vrai que ce consentement n'a jamais été refusé et a été même accordé avec toute la

prévenance possible, sous condition toujours de se servir des comparateurs disponibles au Conservatoire impérial des Arts et Métiers et de ne pas prendre ces copies directement des étalons des Archives, mais des étalons du Conservatoire confectionnés en même temps, avec les mêmes matières et par les mêmes artistes que ceux des Archives. De cette manière un assez grand nombre de ces copies, faites pour la plupart avec beaucoup de soins, sont répandues aujourd'hui dans plusieurs parties du monde; elles peuvent satisfaire parfaitement, il faut l'avouer, aux besoins du commerce et de l'industrie.

Cependant on ne saurait méconnaître que cette manière de procéder isolément et d'abandonner une aussi importante affaire presque au hasard n'est pas à la hauteur de la tâche qu'il s'agit d'accomplir. En effet, toutes les copies dont nous venons de parler et qui sont destinées à servir de prototypes pour les différents pays ont été faites indépendamment l'une de l'autre, sans avoir rien de commun entre elles, ni par la matière dont elles ont été confectionnées, ni par les méthodes et les instruments à l'aide desquels elles ont été comparées, ni par la température à laquelle cette comparaison a été faite, ni par le coefficient de leur dilatation, non plus que par leur construction et leurs dimensions, que par les règlements concernant leurs erreurs tolérables et par la manière dont les étalons sont conservés. On conçoit que ce manque d'uniformité entre les différents prototypes ne peut manquer de faire naître des incertitudes et des diversités regrettables aussi bien au point de vue des exigences de la science et de la technique, que des nécessités du commerce et de l'industrie. Ces diversités, qui se font sentir même à l'époque actuelle et qui seront encore plus sensibles à l'avenir, ne manqueront pas de compromettre l'uniformité tant désirée et l'œuvre dont notre époque pourrait se faire une gloire. Il est à prévoir que dès qu'on ne procède pas dans cette affaire avec toute la solidité convenable, qu'on n'emploie pas dans la confection des étalons prototypes une rigueur extrême, et tous les moyens dont la science dispose aujourd'hui pour rendre ces étalons aussi uniformes que possible, qu'on se contente au contraire de demi-mesures et de l'admission d'erreurs tolérables sur lesquelles chaque Gouvernement aurait ses différentes appréciations au point de vue du commerce international, il est à prévoir qu'il y aura à l'avenir aussi bien des mètres des États-Unis, de l'Angleterre, de la Confédération de l'Allemagne du Nord, de l'Autriche, de la Suisse, du Danemark, etc., aussi bien qu'il y a aujourd'hui des pieds différents et des différentes aunes dans ces pays.

Les inconvénients que votre Commission vient de signaler n'ont pu échapper ni aux individus, ni aux associations ou corporations savantes qui se sont occupées de la question de l'uniformité des poids et mesures. C'est ainsi que parmi les cinq résolutions formulées en faveur du système métrique adoptées unanimement dans la sixième séance du cinquième Congrès international de Statistique, la seconde résolution porte :

« Le soin de rédiger et de mettre à exécution les prescriptions à suivre dans la construc-
» tion des étalons et du système même est confié à une Commission internationale qui se
» chargera également de la correction des petits défauts scientifiques de ce système. »

Dans la deuxième séance de la Conférence géodésique internationale réunie à Berlin e 1867, cette Assemblée s'est prononcée plus positivement encore à cet égard. Parmi les dix propositions formulées en faveur du système métrique et dans le but de parvenir à une uniformité des poids et mesures aussi complète que possible, les septième et huitième propositions portent :

7e proposition :

« Afin de définir l'unité commune de mesure pour tous les pays de l'Europe et pour tous
» les temps aussi exactement et aussi invariablement que possible, la Conférence recom-
» mande la construction d'un nouveau mètre prototype européen. La longuenr de ce mètre
» européen devrait différer aussi peu que possible de celle du mètre des Archives de Paris et
» doit en tout cas être comparée avec la plus grande exactitude. Dans la conctruction du
» nouveau étalon prototype, il faut avoir surtout en vue la facilité et l'exactitude des
» comparaisons nécessaires. »

Et la 8e proposition :

« La construction du nouveau mètre prototype ainsi que la confection et la comparaison
» de ces copies destinées aux différents pays devraient être confiées à une Commission in-
» ternationale dans laquelle les États intéressés seraient représentés. »

Votre Commission, en s'appuyant sur ces manifestations éclatantes de l'opinion des personnes les plus compétentes dans cette matière, est unanimement d'avis que la question de l'uniformité des étalons est de la plus haute importance; qu'elle est la base uniquement propre pour y établir un système universel des poids et mesures aussi stable que possible ; qu'un tel résultat ne peut pas être obtenu par des travaux isolés, quelque méritoires qu'ils soient; qu'on ne pourra atteindre ce but que par des travaux communs, organisés convenablement; qu'enfin, il est indispensable d'*attirer sur cette affaire toute l'attention des Gouvernements, qui nécessairement y devraient prêter leur concours par la nomination d'une Commission internationale, composée de délégués de tous les pays, et à laquelle serait confiée la confection des étalons prototypes des mesures de longueur et de capacité, et des poids.*

Il est évident qu'une pareille Commission pourra d'autant mieux accomplir sa tâche que le nombre d'étalons prototypes à confectionner de manière à s'approcher le plus possible de l'identité sera plus grand.

En effet, une telle condition est indispensable. Ce n'est qu'une fabrication faite sur une large échelle qui permettra d'employer tout ce que la science, de concert avec la technique et la mécanique des instruments de précision, pourra produire de plus accompli.

Il convient de relever en même temps, ce qui est important au point de vue pratique et économique, que les étalons fabriqués dans ces conditions pourront être fournis à des prix beaucoup plus modérés que si on les confectionnait séparément.

Votre Commission a l'honneur de proposer :

1° Que l'Académie emploie son autorité pour solliciter S. Exc. M. le Ministre de l'Instruction publique d'intervenir auprès du Gouvernement Impérial pour que tous les États étrangers soient invités à envoyer des délégués pour former une Commission internationale qui devra se réunir dans une des capitales encore à désigner, dans le but de régler la confection des étalons prototypes métriques et de créer une unité de mesure véritablement universelle et effectivement internationale ;

2° Que M. Jacobi soit chargé de faire valoir à l'occasion de la réunion de l'Association Britannique pour l'avancement des sciences à Exeter, les principes qui viennent d'être établis par le présent Rapport et l'urgence de l'adoption universelle du système métrique par les savants de tous les pays.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Réponse à la diversion opérée par* M. Balard, *en faveur des faux autographes Newton-Pascal-Galilée; par* **M. Le Verrier.**

« Dans la séance du 5 juillet, notre confrère M. Balard a tenté une *diversion* en faveur des prétendus autographes Newton-Pascal-Galilée, qui se trouvaient de plus en plus compromis. Ayant soumis l'écriture des Pièces à une simple immersion dans l'acide chlorhydrique dilué au dixième, M. Balard concluait, d'après les résultats obtenus, « qu'il était probable que la » fraude, *s'il y en avait une*, était d'une date ancienne. *Toutefois cela n'était » pas certain*, les faussaires ayant pu faire usage d'encres particulières ac» quérant plus promptement les caractères de la vétusté, ou de procédés » propres à donner ces caractères aux signes tracés avec les encres ordi» naires. *Mais*, on n'avait point encore entendu dire que des encres ou des » procédés de ce genre eussent été mis en usage par des faussaires. » Il y avait dans cette déclaration, comme on peut le voir, de quoi contenter ou contrarier au besoin toutes les opinions.

» Le bruit s'était cependant répandu que la vérification apportée par M. Balard n'avait aucune valeur; qu'on pouvait, en peu de jours, en peu d'heures même, vieillir une encre de façon à la rendre insensible à l'acide. Après avoir attendu à ce sujet une explication qui ne venait pas, nous prîmes la liberté de la demander à M. Balard, dans la séance du 26 juillet.

» Notre confrère nous fit à cette occasion une longue dissertation de sept pages sur des questions étrangères à notre demande, comme pour noyer l'objet principal, auquel il n'accorda que quelques lignes, reléguées au bas d'une note (au bas de la page 234).

» *On sait effectivement*, dit M. Balard, ou faire une encre ne disparaissant » pas par l'acide chlorhydrique, ou communiquer les caractères de la vé» tusté, d'une manière prompte, à des mots tracés avec de l'encre ordinaire. »

» D'où il suit que les motifs donnés trois semaines auparavant, dans la séance du 5 juillet, à l'appui de l'ancienneté des écritures des manuscrits de M. Chasles, étaient, comme nous l'avons dit, dénués de toute espèce de valeur.

» Complétement battu sur ce point, M. Balard se jeta dans une longue digression, au sujet d'une foule de détails sur lesquels nous ne l'avions pas provoqué. C'était son droit assurément, et nous ajouterons même que c'était son droit de le faire avec la *pétulance* de son caractère, pour employer ses propres expressions; mais à la condition qu'il veuille bien permettre

qu'on lui réponde avec quelque vivacité. Cette loi de réciprocité, notre confrère paraît ne pas la comprendre; après quinze jours de réflexion, il en est venu, lundi dernier, à des arguments personnels.

» Après avoir hésité à répliquer, nous nous y sommes déterminé, en considérant qu'il y avait à le faire un intérêt pour le fond de la question. Déjà nous avons dit et montré que M. Chasles se place toujours à côté du débat et crée un grief imaginaire dont il aura facilement raison. M. Balard n'a pas d'autre méthode de discussion. Rien de ce qu'il articule n'est fondé en quoi que ce soit.

« Je reproche à M. Le Verrier, dit M. Balard, d'avoir été long dans » l'attaque, et je ne puis pas dire seulement court dans les citations qui » pouvaient être favorables à M. Chasles, puisque celles-ci ont été suppri- » mées tout à fait. »

» Cette assertion, que j'ai supprimé les Pièces favorables à M. Chasles, est absolument contraire à la vérité. J'ai cité textuellement toutes les Pièces que j'ai combattues; et, quant aux opinions de M. Chasles que j'ai dû me borner à analyser, je leur ai souvent donné plus de place qu'à celles de ses adversaires. D'ailleurs, j'ai toujours indiqué avec un soin extrême le tome et la page des *Comptes rendus* où l'on pouvait lire l'opinion de M. Chasles lui-même sur un point donné. En sorte que le lecteur peut, sans aucune peine, suivre à la fois la discussion de M. Chasles et la mienne. Trouverait-on, nous le demandons, un exemple d'un examen plus loyal?

» M. Balard m'avait accusé (séance du 26 juillet) de n'avoir point rappelé à l'Académie que M. Chasles aurait commencé la communication de ses Manuscrits parce qu'il y aurait été induit par notre vénéré Président de l'année 1867. Le fait en lui-même n'est pas exact; car, avant que M. Chevreul eût prononcé les paroles auxquelles M. Balard fait allusion, M. Chasles avait déjà extrait de sa collection et présenté à l'Académie des Pièces manuscrites qu'il attribue à Rotrou, et ce fut même là l'occasion de la courte remarque de M. Chevreul. Quoi qu'il en soit, j'ai répondu sur ce point à M. Balard : « Le souvenir de ce fait ne m'avait point alors paru indispensa- » ble. Aujourd'hui il prend une signification particulière, mais tout à fait » contraire à ce que semble insinuer M. Balard. *Notre confrère s'est en effet* » *bien gardé de dire que le Président dont il s'agit était l'illustre M. Chevreul.* » Nous verrons tout à l'heure pourquoi M. Balard, *qui reproche aux autres* » *leur silence, a pour son compte de telles réticences.* » Et la raison, je la donne immédiatement après : M. Balard n'a pas nommé M. Chevreul parce

que personne n'ignore dans l'Académie que M. Chevreul considère les Pièces en question comme un tissu de faussetés.

» Or, dénaturant nos paroles, notre confrère s'exprime ainsi :

« M. Le Verrier, dit-il, ajoute : « *Le passage qui ne m'avait pas paru alors* » *indispensable prend une signification toute particulière, mais tout à fait con-* » *traire à ce que semble insinuer M. Balard..... Et vous verrez tout à l'heure* » *pourquoi il a de telles réticences.* Ce *pourquoi,* c'est que j'aurais par là es- » péré faire croire à l'Académie que M. Chevreul était encore aujour- » d'hui convaincu de l'authenticité des écritures discutées. Or, comme je » sais depuis longtemps qu'il n'en est plus ainsi, je suis accusé par M. Le » Verrier d'avoir *insinué*, disons-le nettement, une *fausseté* dans l'esprit de » mes confrères. (Texte de M. Balard.) »

» Le lecteur n'aura pu évidemment rien y comprendre, M. Balard ayant retranché et remplacé par des points les phrases que j'ai soulignées dans mon texte ci-dessus, et qui expliquent la nature et le sens de la réticence que je lui reproche. Et l'obscurité serait encore augmentée pour celui qui voudrait recourir à l'article inséré par M. Balard dans la séance du 26 juillet, p. 235; car il y verrait M. Balard citer M. Chevreul, contrairement à ce qui avait eu lieu à la séance, et à ce qui avait motivé ma remarque.

» L'Académie voit dès lors très-bien que j'ai uniquement reproché à M. Balard de n'avoir pas cité le nom du Président de 1867, *parce que personne n'ignore* dans l'Académie que l'opinion de M. Chevreul est défavorable, et qu'on voulait éviter d'éveiller ce souvenir. Mais de là à dire que j'aurais accusé M. Balard d'avoir *insinué* une *fausseté* dans l'esprit de nos confrères, il y a un abîme. Nul n'a le droit de travestir ainsi la pensée d'un homme pour le combattre, et de lui prêter une parole blessante qui serait entendue avec défaveur par l'Assemblée, et cela afin de diminuer son autorité dans la discussion. Nous protestons contre ce mode d'attaque qui se reproduit trop fréquemment, sans être pour cela moins inique. Et nous ajoutons qu'il faut qu'on soit bien à bout d'arguments dans la cause en faveur de laquelle on intervient, pour ne trouver rien de mieux à faire que de détourner le sens de nos paroles pour éveiller la juste susceptibilité de l'Académie.

» J'attaque, dit M. Balard, j'attaque M. Chasles!

» C'est toujours la même confusion et le même renversement dans les rôles. Je n'attaque aucun de nos confrères; c'est M. Chasles qui attaque violemment Newton, Pascal et Galilée, l'histoire et la considération de la science. Je défends les hommes, le respect que le public porte à la science

et qui est une des forces de la société; j'attaque une collection de Pièces fausses, et je réclame la mise en cause de ceux qui les ont fournies et qu'on n'ose pas produire.

» M. Balard revient sur le refus que j'ai fait de m'occuper, *devant l'Académie*, de la valeur matérielle des Pièces, ce pourquoi je me reconnais incompétent. « Notre confrère est trop modeste, dit-il, et il se méfie trop *et*
» *de sa résistance à mes entraînements* (sic) et de l'universalité de ses aptitudes.
» Quand j'ai mis sous ses yeux la photographie qui a déjà été examinée par
» la Commission de Florence, et que, comparant l'écriture avec celle de
» Galilée qu'il venait de recevoir, je lui faisais sentir les différences et les
» motifs de ma conviction, qui ne me permettaient de l'attribuer ni à
» Galilée ni à son fils, il a saisi toutes mes démonstrations avec une admi-
» rable facilité. Mais alors pourquoi n'a-t-il pas voulu appliquer les mêmes
» facultés à l'examen de la nouvelle Lettre produite par M. Chasles? Cette
» besogne ne cesserait-elle d'être son *affaire* que quand elle contrarie ses
» idées?.... »

» Je regrette que M. Balard n'ait pas compris le sens de ma résistance à ce qu'il appelle *ses entraînements*. Tout ce qu'il a bien voulu me dire se réduisait à quelques légères considérations sur la forme de quelques lettres, et il sait que je lui ai exprimé franchement ma pensée, qu'une sérieuse expertise ne devait pas être une chose si simple. J'ai entendu des experts habiles; leur raisonnement était plus serré, et c'était chose grave, j'oserai dire presque philosophique. M. Balard a reconnu que certaines Pièces sont fausses, il y en a d'autres qu'il croirait plus authentiques. Jusqu'à une expertise régulière, je considère toutes ces appréciations vagues comme absolument insuffisantes.

» Et voilà pourquoi je n'ai pas voulu et je me refuse à m'occuper des écritures. Très-mauvais élève d'un professeur improvisé, j'aurais donné à M. Chasles un motif sérieux de me récuser. Et j'ai eu bien raison, ce me semble! car M. Balard m'aurait aussi voulu *entraîner* à me prononcer au moyen de l'expertise par l'acide chlorhydrique dilué, expertise qui se trouve, en définitive, telle qu'elle a été présentée, n'avoir aucun sens.

» J'ai dit que, si j'avais refusé à M. Balard de traiter des écritures, il m'avait refusé, lui, de traiter des considérations scientifiques. Sur cela, M. Balard s'indigne; il est impossible que lui, Membre de l'Académie des Sciences, ne consente pas à entrer dans les considérations scientifiques.

» Je réponds que, si j'ai refusé d'entrer dans la question de l'examen des

écritures, je ne le nie pas; mais je maintiens nettement mon refus, en disant le motif.

» Que si, au contraire, M. Balard n'a pas refusé d'entrer dans les considérations scientifiques, il a une manière toute simple de le prouver, c'est de s'y engager effectivement, et de nous dire clairement ce qu'il pense de la question des masses des planètes, de la question des comètes, de l'objection formulée par M. Duhamel et des autres points de science. Mais, s'il se borne à soutenir qu'il n'a pas refusé d'y entrer, et ensuite se tient soigneusement en dehors, c'est une subtilité dont la valeur m'échappe.

» C'est ainsi que M. Chasles soutient que la Commission de l'Académie ne lui a point demandé de faire connaître l'origine de ses Pièces, que c'est M. Le Verrier qui lui a adressé cette demande, et puis M. Faugère. Je réponds que j'ai fait cette réclamation à M. Chasles dans le sein de la Commission et que celle-ci l'a acceptée, puisque, sur le refus de M. Chasles, le Président a déclaré à l'Académie que la Commission était dès lors impuissante. Mais qu'importe d'ailleurs? Ou ce n'est qu'une mauvaise chicane, élevée dans le but de répondre n'importe quoi, ou cela veut dire que, si la Commission avait demandé à connaître l'origine des Pièces, M. Chasles l'aurait dite. Mais, en ce cas, il est encore temps. Est-ce qu'un des Membres de la Commission se lève pour appuyer M. Chasles dans son refus de dire l'origine de sa collection? Tous, au contraire, désirent la connaître. Que M. Chasles veuille donc bien parler, ou la discussion qu'il a élevée à ce sujet n'est aussi qu'une subtilité.

» En répondant à M. Balard dans la séance du 26, je me suis demandé si, quand on plaide comme lui *le pour* et *le contre* sans arriver à aucune conclusion, *on remplit son devoir*.

» Sur ce, M. Balard se livre à un nouveau mouvement d'indignation, et parle des devoirs entre confrères.

» M. Balard me permettra de lui répondre que, si l'expression que j'ai employée est excessive, je n'ai fait que la lui emprunter. C'est lui qui, *en séance*, m'avait reproché de *n'avoir pas fait mon devoir* au sujet des Manuscrits, en accentuant même son reproche d'un mot fort vif, peu académique, mais excusable dans la situation d'un homme dans l'embarras.

» M. Balard n'accepte pas non plus que j'aie dit qu'il avait plaidé *le pour* et *le contre*. « Son caractère méridional, assure-t-il, comporte peu ces » allures qui insinuent ce qu'on n'ose pas dire, et ce sont des habitudes » de terroir d'une autre partie de la France que de se tenir dans un équi-

» libre calculé, prêt à pencher à droite ou à gauche, selon les circonstances,
» sans dire ni oui ni non. »

» Notre honoré confrère veut sans doute insinuer, et je ne sais point en vérité pourquoi il ne le dit pas tout bonnement, que j'ai l'honneur d'être né au fond de la Normandie, une de nos plus belles provinces de France, un pays patriotique, où l'on n'a pas peut-être la pétulance dont M. Balard réclame le privilége pour les Méridionaux, mais où l'on trouve des gens au cœur droit et qui disent sans réticence et sans arrière-pensée la vérité et toute la vérité.

» Et il est vraiment *plaisant* (encore un mot que je n'oserais employer si je ne l'empruntais à M. Balard) de voir notre confrère trouver, dans l'occasion présente, matière à célébrer la franchise des Méridionaux (à laquelle plus qu'un autre je rends hommage) aux dépens de celle des Normands.

» C'est bien LE NORMAND, si je ne me trompe, qui, après avoir étudié à fond la question, déclare nettement, sans ambage, sans indécision, sans se réserver une porte de sortie, que toutes les Pièces destinées à fausser l'histoire de l'astronomie sont l'œuvre d'une spéculation coupable; qui somme les auteurs de se présenter devant l'Académie, et qui s'étonne que quelqu'un croie pouvoir protéger leur absence.

» N'est-ce pas au contraire LE MÉRIDIONAL, dont la vivacité se plie merveilleusement à tous les calculs, à toutes les réserves pour opérer une diversion en faveur d'une cause désespérée, à la condition toutefois de ne pas trop se compromettre. *Amica veritas, sed magis amicus Plato*. C'est notre devise scientifique retournée.

» S'agit-il des écritures? On a fait, dit-on, une expertise qui rend extrêmement probable leur ancienneté. Gardez-vous toutefois d'adopter cette opinion; car, si les faussaires avaient su vieillir rapidement leur encre, l'expertise ne prouverait rien. Mais ne vous laissez pas aller non plus à cette dernière considération, car on n'a pas entendu dire que les faussaires aient en leur possession une telle recette. Il est vrai qu'il ne serait pas nécessaire de l'avoir entendu dire pour que cela fût.

» S'agit-il des Pièces attribuées à Pascal? « Elles sont fausses! » répond M. Balard. Et si l'on en prend acte, il se hâte d'ajouter : « Mais il y en a
» aussi qui paraîtraient plus vraies. »

» Sur les Pièces attribuées à Galilée, on obtient la même réponse lumineuse. Et puis c'est tout! « Il faut attendre, dit-on, on verra alors. Peut-être
» M. Chasles reconnaîtra-t-il que les Pièces sont fausses; mais ses adver-
» saires reconnaîtront peut-être qu'elles sont vraies. »

» Ne voilà-t-il pas des questions bien éclaircies? N'est-il pas vraiment ridicule de nous reprocher notre indécision, quand nous sommes si précis et quand on ne s'explique soi-même sur rien? Puisque M. Balard apprécie si haut les gens qui savent dire *oui ou non*, nous serions heureux de l'entendre dire si, *oui ou non*, il admet que Pascal et Galilée ont fait les travaux qu'on veut leur prêter et que Newton ne soit qu'un vulgaire plagiaire.

» M. Balard, en avançant dans sa polémique, revient sur une question qui lui tient au cœur, la question des encres, et sur ce qu'il existe des procédés par lesquels on peut communiquer, aux caractères écrits avec de l'encre ordinaire, les caractères de la vétusté. « Les faussaires futurs, dit-il, » sont donc maintenant bien avertis; mais qu'ils adressent leurs remer- » cîments à M. Le Verrier, et non à moi, car c'est contraint en quelque » sorte que j'en ai dit plus que je n'aurais voulu, et que je n'aurais peut- » être dû en dire. »

» Ainsi donc M. Balard reconnaît encore une fois que, si nous ne l'y avions contraint, il aurait laissé ignorer à l'Académie que le procédé d'expertise des encres, dont il l'a entretenue à la date du 5 juillet, ne prouve rien du tout, et que ce procédé aurait pu donner le même résultat quand même les encres seraient de la veille.

» Nous avouons notre profonde surprise de cette déclaration itérative de M. Balard. Nous apporter une expertise qui ne signifie rien, et reprocher aux gens de vous obliger de faire la lumière, est un procédé qui n'est pas à notre usage! Nous maintenons qu'en parlant de cette expertise à l'Académie, ou bien il fallait l'avertir catégoriquement que l'essai n'avait nulle valeur, parce qu'on sait fabriquer de vieilles encres; ou bien, si l'on ne voulait pas faire cette révélation, il fallait garder le silence sur le tout.

» Si donc les faussaires apprennent quelque chose par cette discussion, c'est à M. Balard et non à moi qu'ils doivent faire remonter le tribut de leur reconnaissance. Mais je pense qu'ici encore notre confrère se fait illusion s'il croit avoir rien appris à ces honnêtes gens qui sont réduits à se cacher, et qu'on n'ose pas amener devant l'Académie.

» Mais il est un très-grave reproche que j'ai à faire à M. Balard, et par lequel je terminerai.

» Parlant de la nouvelle copie de la Lettre du 5 novembre 1639 produite par M. Chasles, M. Balard rappelle que j'ai dit que la fausseté de la première avait été connue à Paris dix-huit jours avant que M. Chasles eût parlé de la seconde, à la date du 10 juillet.

» Et tronquant mon opinion de la façon la plus grave et la plus illicite, il supprime toute mention de ce que j'ai ajouté aussitôt après, savoir :

« Le faussaire qui l'avait copiée le savait sans doute avant nous, et lors-
» qu'il apprit, le 3 mai, que la photographie devait être envoyée à Florence,
» il lui fut facile de prévoir le résultat de l'expertise. Il a donc pu dès lors
» et il a dû préparer un moyen de défense. »

» Ainsi donc, tandis que je fais remonter le second faux à l'époque où M. Chasles, dans sa loyale conviction, adressait la première Pièce à Florence pour la faire expertiser, ce qui ne veut pas dire que le faussaire ne se fût pas mis en règle plus tôt encore, M. Balard veut absolument raisonner comme si ce faux n'avait pu être fabriqué qu'après que M. Chasles avait été lui-même informé de la fausseté de la première Pièce.

» Je ne m'étonne plus si M. Chasles parle de soupçons injurieux pour lui, de demandes injurieuses, d'insinuations injurieuses (*voir* p. 230).

» Je n'ai pas pu avoir la prétention de ne pas contrarier M. Chasles; mais ce que je nie, c'est que, nulle part dans mes écrits, il y ait, ce qui n'est pas dans ma pensée, un soupçon injurieux pour sa personne.

» Lorsqu'après un examen minutieux des écritures, la lumière définitive ayant été faite sur toute cette discussion, il aura été reconnu que la seconde Pièce, quoique fabriquée avec plus d'art que la première, est fausse comme elle, M. Chasles voudra bien se souvenir que je l'ai mis, que je le mets et le mettrai hors de cause, si cela était nécessaire, en faisant remonter la fabrication au 3 mai ou même auparavant; et que c'est notre confrère M. Balard, et non pas moi, qui veut que le faux n'ait pu être fait qu'à partir des informations données à M. Chasles.

» Il n'y a donc rien de fondé dans les nouvelles assertions de M. Balard. Avec un soin extrême, il se place à côté de la question, forge un grief et le réfute pour arriver ainsi à ce qui n'est, nous le répétons, qu'une diversion malheureuse dans une mauvaise cause.

« Il se peut, dit en terminant M. Balard, que ma *pétulance* m'entraîne à
» répondre quelques mots de vive voix. Mais je ne mettrai plus rien aux
» *Comptes rendus*. » Ici encore M. Balard me semble excéder son droit, en s'arrangeant de manière à faire regretter au lecteur de ne pas trouver aux *Comptes rendus* les excellentes réponses qu'il serait censé avoir faites sans en avoir dit un mot. J'avertis donc que, si M. Balard me fait une réponse, j'aurai soin de la transmettre au lecteur. »

A la suite de cette lecture, **M. Chasles** présente les observations suivantes :

« M. Le Verrier revient sur sa demande ancienne de déclarer de qui je tiens mes Documents. En reproduisant déjà cette demande, dans notre séance du 26 juillet (p. 231), il a ajouté : « J'ose dire que l'Académie en-» tière le lui demande... » Pour moi, je reproduirai ici la réponse que je lui ai faite immédiatement (p. 231) : « Quant aux insinuations injurieuses » de notre confrère, sur ce que je refuse de lui dire de qui je tiens mes » Documents, je ne serai point embarrassé d'y répondre quand je le juge-» rai à propos. » Je ne crains pas d'ajouter que j'obtiendrai alors l'approbation générale de l'Académie.

» Et d'ailleurs, comme je l'ai toujours dit, et ce à quoi se garde de répondre M. Le Verrier, c'est l'œuvre complète, littéraire ou scientifique, de chaque auteur, dans ses nombreuses Correspondances, qu'il faut juger. C'est ensuite l'accord ou la discordance entre des Documents aussi nombreux et aussi variés, qu'il faut scruter.

» Mon imprudence a été d'annoncer certaines séries comme autographes, et de donner prise ainsi à des adversaires qui sans cela n'auraient point eu d'aliment à leurs critiques, puisqu'ils ne voulaient point se livrer à l'étude complète et sérieuse du contenu des Documents. Mais ce qui réparait amplement cette méprise, c'est que j'invitais chacun à consulter ces Pièces, dont j'envoyais même de tous côtés à l'étranger, soit les originaux, soit des photographies.

» Il semble que l'instantanéité de la production des nombreux Documents qui me servaient à répondre, séance tenante, à chaque nouvelle attaque, aurait dû enlever aux incrédules leur unique ressource, de crier au faussaire. Il me suffira de rappeler que, dans la séance du 30 septembre 1867, en répondant sur-le-champ à deux Lettres dont M. le Secrétaire perpétuel venait de donner lecture, l'une de sir D. Brewster, et l'autre de M. Grant sur la question dite *astronomique*, j'ai produit vingt Pièces, au moins (insérées au *Compte rendu* de la séance), dont plusieurs fort importantes, invoquées dans ma réponse verbale; que lors de la première Communication de M. Breton (de Champ), séance du 22 mars (p. 710), je l'avais invité à venir prendre connaissance de nombreuses Lettres échangées entre Pascal et Galilée, sur la pesanteur de l'air, Lettres qu'il a refusé de voir, et dont j'ai dû produire, dans la séance du 19 avril (p. 889-892), plus d'une vingtaine d'extraits, ajoutant que ces Lettres étaient prises parmi un plus

grand nombre. Je cite ces deux exemples entre une foule d'autres, parce qu'ils se rapportent à des questions auxquelles M. Le Verrier s'associe.

» Le procédé de M. Carré pour la constatation de l'ancienneté des encres paraissait devoir mettre à néant cet argument facile d'un faussaire. Mais puisqu'on dénie les expériences de ce procédé, parce qu'il serait possible que des papiers portant des écritures récentes pussent être soumis à des manipulations chimiques qui donneraient à ces écritures une certaine apparence d'ancienneté, je rappellerai que j'avais demandé, dès l'origine de cette longue polémique, que l'on soumît les papiers de mes nombreux Documents aux recherches que l'on jugerait utiles. Nos confrères M. Regnault et M. Balard ayant dit alors que la photographie et la chimie procuraient les moyens de certaines expérimentations, je me suis empressé d'accueillir leurs vues, en déclarant que j'étais tout prêt à mettre à leur disposition les Pièces qu'ils indiqueraient, dussent-elles être endommagées ou même détruites dans les expériences; et qu'il me suffirait d'en conserver des copies certifiées (séance du 26 août 1867, p. 335). Moi-même, vu alors l'absence de nos confrères, j'ai fait faire ces expérimentations des papiers par un photographe exercé, M. Muriel, qui a déclaré que tout était ancien dans ces papiers, qu'ils n'avaient point servi à un usage antérieur, et n'avaient point été lavés (séance du 4 novembre 1867, p. 719).

» Il y a des séries de copies parmi mes Documents, comme je l'ai toujours dit; mais elles sont anciennes, du XVIIe et du XVIIIe siècle.

» Je compte présenter dans notre prochaine séance ma réponse au long travail de M. Le Verrier. »

ÉLECTRICITÉ. — *Mémoire sur les lois de l'induction; par* **MM. J. Jamin** *et* **G. Roger.**

« Les expériences que nous allons décrire sont disposées comme toutes celles que l'on fait sur l'induction : un courant interrompu à intervalles réguliers par un rhéotome à mercure traverse une bobine inductrice de résistance b; dans celle-ci est placée la bobine induite dont la résistance est β; au centre est un faisceau de fils de fer recuits. Les deux extrémités de la bobine inductrice sont en connexion avec les deux armatures du condensateur à grande surface qu'a imaginé M. Fizeau; enfin la bobine induite et la bobine inductrice peuvent être prolongées par des échelles de résistances variables que nous désignerons par θ et t et qui peuvent croître de zéro à l'infini.

» Ce qui caractérise nos appareils, c'est que les bobines, les fers doux, le condensateur et les résistances θ et t sont plongés dans un liquide isolant, l'essence de térébenthine ou la benzine, au milieu de vases distincts, hermétiquement fermés et terminés par des tubes thermométriques divisés. Le sommet du liquide dans ces tubes peut toujours être ramené à un repère fixe par le jeu d'un tube de niveau à robinet; chaque appareil est donc un thermorhéomètre. Tout son mouvement électrique y crée une quantité de chaleur proportionnelle à sa force vive, le liquide reçoit cette chaleur, et la dilatation observée la mesure. Nous laissons aujourd'hui de côté le détail des expériences. Nous nous bornons à résumer les faits.

» *Courant induit.* — La bobine induite β est mise en communication avec l'échelle de résistance θ qui varie de zéro à l'infini. On mesure pendant l'unité de temps les chaleurs C et C' développées dans cette résistance et dans cette bobine. On peut toujours écrire

$$C = \frac{\theta I'^2}{\alpha}, \qquad C' = \frac{\beta I_1'^2}{\alpha},$$

α étant la durée totale des passages du courant inducteur pendant une minute, $1 - \alpha$ celle des interruptions. En calculant I'^2 et $I_1'^2$ on trouve qu'elles sont égales entre elles et satisfont à la relation

$$I' = \frac{M\alpha}{N + \beta + \theta}.$$

» Or, si le fil de la bobine induite β et celui de la résistance θ étaient étendus rectilignement pour éviter toute induction et qu'on y fît passer le courant d'une pile dont la force électromotrice et la résistance fussent M et N, on aurait un courant d'intensité réelle $\frac{M}{N + \beta + \theta}$; et, s'il était interrompu à intervalles réglés de manière que la durée du passage fût réduite de 1 à α, une intensité moyenne

$$I' = \frac{M\alpha}{N + \beta + \theta};$$

de plus, les chaleurs développées dans l'échelle de résistance θ et dans la bobine β seraient, d'après la loi de Joule, égales à

$$C = \frac{\theta I'^2}{\alpha}, \qquad C' = \frac{\beta I'^2}{\alpha}.$$

» La même chose aurait encore lieu si les courants étaient alternativement dirigés dans des sens contraires. Retournant ce raisonnement, nous

sommes amenés à identifier ce cas hypothétique avec celui de l'induction et à formuler comme il suit la loi du courant induit.

» 1° Les courants induits successifs, bien que de sens alternativement contraires et d'intensité variable, ont la même intensité moyenne I' que s'ils provenaient d'une pile à courant constant; I' est exprimé par la loi de Ohm,

$$I' = \frac{M\alpha}{N + \beta + \theta}.$$

» 2° Les quantités de chaleur C et C' que ces courants développent, soit dans un circuit extérieur θ, soit dans la bobine β, sont les mêmes que celles qui seraient créées dans ces résistances par cette pile hypothétique. C et C' sont exprimées par la loi de Joule,

$$C = \frac{\theta I'^2}{\alpha}, \qquad C' = \frac{\beta I'^2}{\alpha}.$$

» 3° La force électromotrice M de ces courants est beaucoup plus grande que celle de la pile inductrice qui met tout en jeu, et la résistance N est elle-même bien plus considérable que la résistance β de la bobine.

» 4° M et N étant très-grands tous deux, l'intensité moyenne I' est très-petite, ce qui fait que le courant d'induction produit peu d'actions chimiques, quoique traversant de grandes résistances et donnant des commotions. Si θ est infini, le courant est nul, il n'y a plus de chaleur dans les fils; mais leurs extrémités prennent des tensions alternativement contraires, très-grandes puisque la force électromotrice M est considérable: c'est le cas de la machine de Ruhmkorff.

» On peut varier le mode d'expérimentation : placer les deux bobines dans le même vase, et mesurer, d'une part, la somme des chaleurs créées par les courants inducteur et induit, et, d'autre part, celle qui naît dans la résistance extérieure θ. Celle-ci est donnée par la formule

$$C = \frac{\theta I'^2}{\alpha}.$$

On en déduit les valeurs de I', et on trouve, comme on le verra dans le tableau, qu'elles satisfont à la loi $I' = \frac{M\alpha}{N + \beta + \theta}$.

$M = 87,23$. $N + \beta = 13,00$. $\alpha = 0,47$.

t.	I' obs.	I' calc.	I obs.	I calc.	$\frac{\beta I'^2}{\alpha}$.	$\frac{b I^2}{\alpha}$.	Somme $\frac{\beta I'^2}{\alpha} + \frac{b I^2}{\alpha}$.	w.	Différ.
1,06	3,147	2,916	4,680	4,772	23,62	103,00	126,62	130,75	+4,13
2,12	2,958	2,711	4,365	4,475	20,87	89,56	110,43	123,06	+12,63
4,26	2,447	2,378	4,267	4,254	14,31	85,62	99,93	99,44	−0,49
6,36	2,101	2,117	3,899	3,945	10,50	71,50	82,00	83,69	+1,69
8,48	1,833	1,908	3,865	3,918	8,00	66,06	74,06	80,18	+6,12
12,72	1,509	1,594	3,748	3,767	5,44	58,81	64,25	72,18	+7,93
22,82	1,075	1,144	3,537	3,605	2,75	58,06	60,81	63,87	+3,06
32,72	0,869	0,896	3,513	3,575	1,81	56,12	57,93	60,56	+2,63
51,72	0,648	0,633	3,455	3,510	1,00	59,62	60,62	58,94	−1,68
81,22	0,459	0,435	3,560	3,586	0,50	60,37	60,87	61,00	+0,13

» *Condensateur.* — Quand on fait ces expériences sans employer le condensateur, on voit des étincelles jaillir dans l'interrupteur entre la pointe de platine et le mercure, c'est l'extra-courant qui passe à chaque rupture du circuit; ses variations sont indiquées par l'éclat et le bruit de ces étincelles. Or elles sont faibles si la résistance θ ajoutée à la bobine induite est nulle; elles augmentent avec θ jusqu'à un maximum quand $\theta = \infty$, c'est-à-dire quand la bobine est ouverte. Donc l'extra-courant s'annule ou croît avec θ.

» Ces étincelles ont deux inconvénients : d'abord elles divisent le mercure, troublent l'alcool et le rendent plus conducteur : aussi voit-on dans les premiers moments le courant inducteur augmenter rapidement. Ensuite elles dépensent de la chaleur qui est prise à la pile. Le condensateur remédie à ces défauts, annule ces étincelles, prévient le trouble du liquide et l'augmentation de sa conductibilité; il annule aussi la chaleur, qui se transporte du godet, où elle n'était pas mesurable, dans l'intérieur du condensateur lui-même, où on pourra l'évaluer.

» Voici le jeu de cet instrument : au moment de la rupture, l'extra-courant à deux voies, l'une par l'interrupteur et la pile, l'autre par le condensateur, celle-ci est la moins résistante; il s'y engage sous la forme de deux charges positive et négative à haute tension, qui se condensent sur les armatures tant que dure le courant et se recombinent à travers la bobine quand il a cessé, laissant dans l'appareil l'excès de force vive qui les a amenées sur celle qu'elles emportent en se retirant, c'est-à-dire de la chaleur, comme un corps élastique qui rebondit sans remonter à la hauteur d'où il était tombé.

» Cette chaleur sera proportionnelle au carré de l'intensité moyenne de l'extra-courant; elle le mesurera. On voit de suite qu'elle sera faible si $\theta = 0$, qu'elle croîtra jusqu'à un maximum pour $\theta = \infty$, c'est-à-dire si la bobine est ouverte. C'est en effet ce que prouve l'expérience.

» L'extra-courant naît dans la bobine inductrice, comme si elle était une pile; en revenant du condensateur il traverse de nouveau le fil de cette bobine. On doit se demander s'il y produit de la chaleur. Il est facile de résoudre cette question. Supposons les deux bobines enfermées dans le même vase, elles seront traversées par le courant inducteur et le courant induit, dont les intensités sont I et I', et qui développent des quantités de chaleur

$$C = \frac{b I^2}{\alpha}, \quad C' = \frac{\beta I'^2}{\alpha}.$$

» On en peut faire la somme, la retrancher de la chaleur w observée dans cette bobine, le reste sera le fait de l'extra-courant. Or on voit dans le tableau précédent que ce reste est sensiblement nul.

» *Fers doux.* — On doit se figurer que le noyau de fer s'aimante lentement à mesure que croît le courant inducteur, très-vite et très-fort pendant l'extra-courant, qu'ensuite il se désaimante lentement pendant l'interruption. Il est naturel de penser que l'aimantation crée de la chaleur, la désaimantation du froid, qu'il y a compensation si les deux actions ont également duré et gain de chaleur d'autant plus considérable que la première aura été plus courte. Si cette vue est fondée, c'est l'extra-courant surtout qui doit produire dans les fers doux une quantité de chaleur qui croîtra avec lui en même temps que θ. L'expérience prouve qu'il en est ainsi. Cette chaleur est représentée par les ordonnées d'une courbe hyperbolique; à la limite elle atteint un maximum.

» Nous avons maintenant une idée très-nette de l'induction. L'inducteur agit à la fois sur lui-même et sur le fil induit, il développe avec la même facilité dans les deux bobines un courant inverse pendant qu'il s'établit. Il n'en est pas de même des courants finissants ou directs. Celui de la bobine inductrice, l'extra-courant, ne passe point ou passe difficilement dans le circuit qui est ouvert; il est obligé de s'élancer et de s'accumuler dans le condensateur, qui lui oppose une résistance déterminée. Au contraire, le courant d'induction finissante circule aisément dans la bobine induite si elle est fermée sur elle-même sans résistance; donc la force inductive se porte toute de ce côté, il n'y a pas d'extra-courant, par suite pas de chaleur dans le condensateur, ni dans les fers doux. Si θ augmente, c'est-à-dire si

l'on ajoute une résistance à la bobine induite et qu'elle croisse jusqu'à l'infini, le courant induit finissant s'affaiblit progressivement jusqu'à devenir nul. La force inductive trouvant de ce côté une résistance croissante se porte de plus en plus sur la bobine inductrice et finit par s'y dépenser tout entière. Donc l'extra-courant croîtra avec la résistance θ, et par suite la chaleur augmentera dans le condensateur et dans les fers doux, puisqu'elle est l'effet de cet extra-courant.

» *Courant inducteur.* — Il est clair que le courant inducteur transporte la chaleur dans le fil induit, le condensateur et le fer. Nous ignorons absolument comment se fait ce transport. Il se pourrait que le courant inducteur gardât son intensité et perdît de sa chaleur en la distribuant autour de lui. Mais les choses se passent autrement : la formule de Ohm cesse de s'appliquer, le courant perd en force, il garde la chaleur qui correspond à son intensité réduite I, c'est-à-dire une chaleur égale au produit de I^2 par la résistance r; mais il a transmis autour de lui, par un mécanisme ignoré et distribué suivant les lois que nous venons d'établir, la chaleur qui correspond à son intensité perdue.

» Or, à mesure que θ augmente, la chaleur croît dans le condensateur et dans les fers doux; elle décroît dans la bobine β; elle croît d'abord pour diminuer ensuite dans la résistance θ. Toute cette chaleur est incontestablement prise à la somme de calories que fournit la pile; ce qui reste disponible se trouve dans l'inducteur, qui doit ainsi varier suivant des lois compliquées. Tout ce qu'on peut dire et ce que l'expérience justifie, c'est que l'intensité du courant inducteur diminue quand θ augmente et qu'elle atteint un minimum pour $\theta = \infty$.

» *Courants interrompus.* — La suite de ces phénomènes nous conduit peu à peu jusqu'au cas où $\theta = \infty$, c'est-à-dire jusqu'au moment où la bobine induite est ouverte, où elle ne donne plus de chaleur, où elle n'a plus que des tensions alternativement contraires, ce qui ne dépense rien. On peut alors négliger ou supprimer cette bobine; tout se réduit au circuit inducteur, au condensateur et aux fers doux. C'est le problème des courants interrompus qui continue celui de l'induction, avec lequel il forme un ensemble concordant.

» 1° Quand θ croissait jusqu'à l'infini, l'intensité du courant inducteur baissait jusqu'à un minimum. Vient-on maintenant à augmenter la résistance de la bobine b d'une quantité croissante t, cette intensité continue à décroître, suivant une loi très-simple, la loi de Ohm,

$$I = \frac{nA\alpha}{nR + t};$$

A et R étaient généralement plus grands que la force électromotrice et la résistance des n éléments de pile que l'on emploie.

» 2° Les quantités de chaleurs C et C', développées par le courant dans la résistance t et dans la bobine b, sont conformes à la loi de Joule étendue aux courants interrompus :

$$C = \frac{tI^2}{\alpha}, \quad C' = \frac{bI^2}{\alpha}.$$

» 3° Les fers doux avaient développé une quantité de chaleur croissant avec θ jusqu'à une limite fixe; à présent cette chaleur décroît progressivement et suivant la loi de Joule, comme si ces fers doux étaient un fil de résistance f :

$$C'' = \frac{fI^2}{\alpha}.$$

» 4° Comme les fers doux, le condensateur avait développé une chaleur croissant jusqu'à une limite fixe; comme eux, il perd progressivement cette chaleur quand t augmente; c'est encore la loi de Joule :

$$C''' = \frac{I''^2}{\alpha},$$

en posant

$$I'' = \frac{P\alpha}{Q + t}.$$

» Le condensateur se comporte comme une résistance égale à l'unité traversée par un courant d'intensité moyenne I'' qui suit la loi de Ohm. Nous admettons que I'' est l'intensité moyenne de l'extra-courant. »

« **M. Le Verrier** revient sur l'ouvrage de M. Peacock, signalé par M. le Secrétaire perpétuel Élie de Beaumont, dans la Correspondance de la dernière séance, ouvrage relatif aux preuves physiques et historiques d'une vaste dépression du sol au nord-ouest de la France. Ces grands phénomènes sont étudiés avec fruit depuis bien des années par M. L. Quenault, Membre de la Société des antiquaires de Normandie, et nous en avons nous-même suivi les traces, dit M. Le Verrier, en parcourant avec l'auteur les rivages d'un pays auquel nous sommes attaché, comme on l'a dit aujourd'hui. Le travail de M. Peacock vient à l'appui des recherches de M. Quenault, dont je dépose la dernière brochure sur le bureau de l'Académie. Quelques-unes des personnes qui s'occupent aujourd'hui d'études historiques ont adressé des critiques sommaires aux travaux dont il s'agit : il serait

nécessaire qu'elles voulussent bien les préciser, afin qu'on sache si l'on en doit tenir compte ; car, sous le rapport géologique, les faits signalés par M. Quenault et par M. Peacock sont d'accord avec l'état de la science. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de décerner le prix Barbier pour l'année 1869.

MM. Nélaton, Bussy, Brongniart, Cl. Bernard, Cloquet réunissent la majorité des suffrages.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de décerner le prix Godard pour l'année 1869.

MM. Coste, Cl. Bernard, Robin, Nélaton, Milne Edwards réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIQUE. — *Sur la constitution des spectres lumineux; par* M. Lecoq de Boisbaudran (1).

(Commissaires : MM. Dumas, Regnault, Edm. Becquerel, Wurtz.)

« 1. Dans la séance du 2 août dernier, M. Mascart a présenté à l'Académie une Note dans laquelle, après avoir parlé de ses intéressantes recherches sur les spectres ultraviolets, il dit : « Un problème important que doit » se proposer l'analyse spectrale est de savoir s'il existe une relation entre » les différentes raies d'une même substance ou bien entre les spectres de » substances analogues. » Il rappelle ensuite l'observation de plusieurs raies doubles dans le spectre du sodium, et annonce avoir découvert une semblable répétition du groupe vert du magnésium dans le spectre ultraviolet de ce métal; il ajoute enfin : « Il semble difficile que la reproduction » d'un pareil phénomène soit un effet du hasard; n'est-il pas plus naturel » d'admettre que ces groupes de raies semblables sont des harmoniques » qui tiennent à la constitution moléculaire du gaz lumineux? Il faudra » sans doute un grand nombre d'observations analogues pour découvrir la » loi qui régit ces harmoniques. »

» Ce problème important et cette question, posés par M. Mascart, se

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier au *Compte rendu*.

sont présentés à mon esprit depuis longtemps : je crois les avoir résolus et posséder la loi générale qui préside à la formation des spectres et explique la singulière répétition des mêmes groupes de raies à différents degrés de l'échelle lumineuse.

» 2. A l'origine de mes recherches sur ce sujet, les documents me manquaient presque entièrement; je n'avais à consulter qu'un petit nombre de dessins de spectres assez peu exacts, et en outre non réduits en longueurs d'onde. Je ne pouvais donc apercevoir que les rapports les plus saillants. En 1865, j'adressai à l'Académie un pli cacheté dans lequel, après avoir traité d'autres questions, je présentais les remarques que m'avait suggérées principalement l'examen de la planche du Mémoire de MM. Kirchhoff et Bunsen (1); en voici quelques extraits : « Dès que MM. Kirchhoff et Bunsen » eurent publié leurs mémorables recherches sur le césium et le rubidium, » la planche représentant les spectres des métaux alcalins (césium, rubi- » dium, potassium, lithium et sodium) me frappa vivement. Depuis plus » de deux ans, je réfléchissais aux rapports si intimes qui lient les proprié- » tés des corps à leurs poids atomiques. Un rapport nouveau et remar- » quable, que je m'étonne toujours de ne voir exprimer par personne, se » déduisait de l'examen de cette planche; le voici : *Les raies spectrales des* » *métaux alcalins* (*et alcalinoterreux*), *classés par leurs réfrangibilités, sont* » *placées, comme les propriétés chimiques, suivant l'ordre des poids atomi-* » *ques.* » Je comparais ensuite entre elles les raies correspondantes des spectres du potassium et du rubidium, du rubidium et du césium, et je disais : « Le spectre du rubidium paraît (2) donc alors analogue à celui du » potassium, étant seulement transporté, comme tout d'une pièce, vers le » rouge. » Et plus loin : « Il faudrait, pour rendre les résultats com- » parables, construire les spectres en espaçant les raies proportionnelle- » ment à leurs longueurs d'onde. On aurait ainsi un *spectre rationnel* au » moyen duquel on pourrait, sans aucun doute, faire des rapproche- » ments numériques très-intéressants. » Puis je cherchais à expliquer mécaniquement comment la molécule plus lourde devait produire des longueurs d'onde plus grandes que son homologue plus légère : « D'abord » il est reconnu que les molécules qui vibrent en produisant de la lu- » mière ont des périodes d'oscillation isochrones, puisqu'elles donnent » naissance à des raies de longueurs d'onde déterminées et constantes » pour chaque substance; l'augmentation (dans de certaines limites)

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. LXIV; 1862.

(2) Par suite de la comparaison des raies qui me paraissaient être homologues.

» de la force vive (chaleur, etc.) appliquée à ces molécules n'a pour » effet que d'accroître l'amplitude des vibrations, en leur laissant leur » isochronisme. La molécule joue alors le rôle d'un pendule, et, comme ce » dernier, revient vers sa position d'équilibre avec une vitesse d'autant » plus grande que l'écart a été plus considérable. Mais la force qui tend à » ramener la molécule vers son centre de mouvement est la réaction de » l'éther (1) sur la molécule, réaction qui est constante pour une même » vitesse et une même masse de la molécule, mais qui varie lorsque le rap- » port des masses, éther et molécule, vient lui-même à changer..... Il » en résulte que la molécule lourde sera ramenée vers son centre d'équi- » libre avec moins d'énergie que l'autre, et conséquemment elle emploiera » plus de temps à accomplir une oscillation autour de ce point : sa lon- » gueur d'onde sera plus grande. Dans la production de la lumière, c'est » bien la *molécule entière* qui vibre ; aussi, lorsqu'un composé chimique » résiste à une haute température, il produit des raies spéciales et diffé- » rentes de celles de ses éléments. Dans ce cas (comme dans celui des » corps simples), les raies les moins réfrangibles doivent être formées par » le composé le plus lourd (lorsqu'ils (2) sont de même constitution chi- » mique).

» Un même métal forme plusieurs raies. On peut expliquer ce fait en » disant que la molécule exécute une suite de vibrations distinctes, consti- » tuant une sorte de cycle à la fin duquel elle se retrouve exactement dans » la phase initiale. Ce sont les vibrations de même ordre, prises dans » plusieurs de ces cycles, qui sont isochrones et produisent une raie » spectrale. »

» Enfin, je terminais ainsi mes remarques sur les régularités que j'avais observées dans les spectres : « C'est la marche des raies spectrales vers le » violet, à mesure que le poids de la molécule diminue, qui, en faisant dis- » paraître (3) certaines raies, a caché jusqu'ici les relations que je viens » d'exposer. C'est aussi cette marche régulière qui sera précieuse pour » déterminer, par la simple analyse spectrale, non-seulement l'existence de » nouveaux corps, mais encore leurs propriétés. Ne pouvons-nous pas » avoir un jour de cette manière des *idées nettes* sur les propriétés chi-

(1) « Qui prend alors une portion de la force vive, pour constituer un rayon lumineux. Dans les corps solides, la réaction des molécules voisines est prédominante, et chaque atome n'est pas libre ; aussi les diverses forces en présence produisent-elles des rayons de toutes les longueurs d'onde. »

(2) Les composés.

(3) En les faisant passer dans la partie invisible du spectre.

» miques et physiques de corps séparés de nous par des millions de lieues? » La lumière qui nous arrive des profondeurs de l'espace nous apporte la » table de réactions de ces corps que nous ne posséderons peut-être ja- » mais! C'est à nous d'apprendre à y lire. »

» 3. On voit, par ces citations, que la question m'occupe depuis longtemps; peu à peu les documents sont devenus plus abondants; j'ai fait moi-même au spectroscope un assez grand nombre d'observations, qui m'ont permis de développer ma théorie et de la perfectionner. Je prépare même en ce moment un travail qui sera, j'espère, prochainement publié (1) et dont plusieurs des planches sont déjà chez le graveur. Pour le présent, je désirerais que mon pli cacheté ne fût pas ouvert, parce qu'outre la question des spectres, il contient plusieurs théories qui perdraient beaucoup à être publiées dans l'état d'imperfection où je les avais laissées en 1865, et qui ont besoin d'être soumises à de nouvelles vérifications. Cependant, je n'hésiterais pas à solliciter l'ouverture de mon pli de 1865, si quelqu'un pensait devoir douter de l'exactitude de mes citations. Si l'Académie veut bien me le permettre, je vais maintenant exposer l'ensemble de ma théorie, et dans une prochaine Communication j'aurai l'honneur de lui présenter quelques-uns des rapports que j'ai observés, soit entre les raies d'un même spectre, soit entre les spectres de corps analogues.

» 4. De tous les mouvements dont une molécule peut être animée, le mouvement de rotation sur elle-même est le plus simple et le plus inévitable.

» Si la molécule (l'axe et le centre de gravité étant supposés immobiles), est un solide de révolution autour de son axe, aucune vibration ne sera communiquée à l'éther environnant; mais si la molécule présente des inégalités, chaque fois qu'une de ces inégalités passera par l'un des plans méridiens, supposé fixe dans l'espace, il y aura production d'une onde dont l'axe sera contenu dans le plan fixe considéré. Les distances (comptées en longitude) existant entre les diverses inégalités, détermineront le temps écoulé entre l'émission d'une onde et celle de la suivante; d'où les longueurs d'onde. Du nombre des inégalités et de leurs positions relatives, dépendra la formation d'un premier spectre qui sera le groupe de raies *caractéristiques de la molécule*, l'unité, l'élément dont seront formées les diverses parties du spectre entier. Si la molécule ne possédait qu'un simple mouvement de rotation, son spectre serait donc réduit à un seul groupe de raies, n'ayant pas d'analogues dans les autres parties de l'échelle lumi-

(1) Gauthier-Villars, éditeur.

neuse. (Le cas, traité plus loin, de la formation des harmoniques étant bien entendu réservé.)

» 5. Nous avons supposé l'axe de la molécule immobile, ainsi que son centre de gravité, mais on conçoit que cette molécule doit être soumise à l'influence d'un ou plusieurs centres d'attraction, autour desquels elle exécute des révolutions. L'hypothèse la plus simple que nous puissions admettre d'abord est celle d'une translation de la molécule dans une orbite elliptique, que plusieurs raisons me portent à croire très-excentrique.

» Dans une telle orbite, les vitesses de la molécule seront fort différentes, suivant qu'elle se trouvera à l'aphélie ou qu'elle passera au périhélie. Le maximum d'amplitude des vibrations devra donc coïncider avec le passage au périhélie; les raies produites seront alors plus brillantes, mais leurs longueurs d'onde peuvent aussi changer, et voici comment : les périodes d'émission des ondes principales (1) seront réglées par les passages des inégalités de la molécule au méridien héliocentrique, c'est-à-dire que les ondes prendront naissance lorsque les inégalités couperont la ligne de force qui relie la molécule au centre d'attraction. Les longueurs d'onde seront donc proportionnelles au temps qui s'écoule entre deux *midis* ou *minuits* d'un point de la surface de la molécule.

» Si notre molécule se mouvait sur un cercle, la durée du jour (qu'on me passe cette expression) serait constante et le spectre ne changerait pas; mais avec l'excentricité de l'ellipse, il n'en est plus ainsi. Deux cas peuvent alors se présenter : (A) la rotation est de même sens que le mouvement de translation; (B) la rotation est de sens contraire au mouvement de translation. Dans le premier cas, le passage au périhélie augmente la durée du jour héliaque; dans le second, il la diminue d'autant; les longueurs d'onde étant déterminées par les durées des phases des inégalités, on voit que le passage au périhélie les augmentera ou les diminuera suivant le sens relatif de la rotation de la molécule; mais les rapports de position des inégalités seront conservés, et ce sera le groupe caractéristique tout entier qui se transportera tout d'une pièce vers le rouge ou vers le violet. Si la molécule exécute plusieurs révolutions sur son axe ou dans le voisinage du périhélie, le déplacement (en avant ou en arrière) du groupe caractéristique du spectre ne sera pas de même grandeur pour deux rotations successives, puisque la vitesse de la molécule sur son orbite aura varié en passant d'un point à un autre, et que le rayon de courbure de l'orbite ne sera pas non plus le même; il

(1) Je chercherai à expliquer plus tard la formation d'ondes différentes.

se formera donc un certain nombre de groupes semblables au groupe caractéristique élémentaire, et placés, dans le spectre, à des distances qui seront proportionnelles aux variations de la durée du jour héliaque à la surface de la molécule, variations dont le maximum sera atteint au périhélie. Les intensités relatives des groupes élémentaires seront déterminées par une loi, tout aussi bien que les positions elles-mêmes. En effet, nous avons vu que les amplitudes étaient plus grandes au périhélie que partout ailleurs. Le groupe qui se formera en ce point sera donc le plus brillant, et les autres perdront de l'éclat à mesure qu'ils auront été formés à une plus grande distance du périhélie. Dans le cas (A) de la rotation de même sens que le mouvement de translation, le groupe formé au périhélie sera celui dont la période de vibration aura été la plus allongée; il formera la portion la plus lumineuse et la moins réfrangible d'une bande dont les autres groupes caractéristiques formeront l'ombré lumineux décroissant, et cet ombré sera porté vers le violet (à la droite de l'observateur dans un spectroscope). Les exemples de bandes lumineuses commençant par une raie (1) vive et se dégradant vers le violet sont assez fréquents; les groupes élémentaires de ces bandes se rapprochent de plus en plus entre eux, à mesure qu'ils s'éloignent de la raie principale et perdent en intensité; cela doit être, puisqu'en s'éloignant du périhélie, les variations de durée des jours diminuent et que la vitesse de la molécule devient plus petite.

» Dans le cas (B) de la rotation inverse du mouvement de translation, des effets analogues aux précédents se produiront, mais dans le sens opposé : le groupe élémentaire le plus brillant sera formé des rayons les plus réfrangibles, et l'ombré lumineux se portera vers le rouge (à gauche dans un spectroscope). On connaît plusieurs exemples de ce cas.

» 6. Jusqu'ici nous avons assisté à la formation d'un *spectre de second degré*, composé d'une large bande formée d'un certain nombre d'éléments, ou groupes caractéristiques tous semblables entre eux et perdant graduellement en intensité à mesure qu'ils s'éloignent d'un point fixe de l'échelle lumineuse; nous pouvons aller plus loin, et accorder à notre ellipse elle-même le mouvement dont nous l'avions supposée privée. On conçoit, en effet, que cette ellipse ne reste pas immobile dans l'espace, elle doit avoir plusieurs mouvements propres dont quelques-uns peuvent être de nature à modifier les périodes vibratoires dont nous venons de parler. Si, par exemple, le mouvement de l'ellipse est tel, qu'il y ait passage régulier de son centre à un périhélie, il y aura des retards ou avances de phases, analogues

(1) Ou groupe de raies.

à ce que nous venons de voir pour les deux premiers mouvements étudiés, et les spectres de second degré pourront de même être portés tout d'une pièce, soit vers le rouge, soit vers le violet, suivant le sens relatif des mouvements. Le rapport des vitesses de la molécule sur la première ellipse, et d'un point de la première ellipse sur la seconde, déterminera le nombre de répétitions du spectre de second degré, ainsi que les distances relatives de ces spectres partiels sur l'échelle lumineuse.

» Nous pourrions aller encore plus loin dans cet ordre d'idées, mais nous nous arrêterons par la simple raison que jusqu'ici je n'ai pas remarqué qu'il y eût des spectres supérieurs au troisième degré; quant à ceux-ci, ils ne sont pas rares : j'en donnerai prochainement des exemples.

» 7. Nous voici en possession d'un spectre assez compliqué, formant un vaste *ensemble;* ce vaste ensemble peut lui-même se reproduire indépendamment de l'hypothèse (1) qui consisterait à faire entrer en ligne de compte un troisième mouvement excentrique. La loi qui préside à ce nouveau genre de reproduction des raies est celle des harmoniques, car on doit admettre qu'en Optique, comme en Acoustique, on peut passer aux harmoniques supérieurs par suite d'une augmentation notable de la force vive appliquée aux molécules; mais, de même encore qu'en Acoustique, où les divers harmoniques ne se reproduisent pas avec la même facilité dans tous les instruments accordés avec la même note fondamentale, nous devrons obtenir quelquefois certains harmoniques de notre vaste ensemble de raies, de préférence à d'autres. Dans deux de ces *ensembles* (ou spectres du troisième degré), les raies (ou groupes de raies) correspondantes seront harmoniques entre elles, et, bien que tous les éléments d'un *ensemble* puissent se reproduire, il pourra arriver que certains d'entre eux jouissent de cette faculté à un plus haut degré que leurs voisins : j'en ai observé des exemples très-curieux.

» 8. Je viens de réaliser la synthèse complète d'un spectre lumineux. Il me restera maintenant à expliquer quelques particularités, puis à citer les résultats principaux de l'observation. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Gérard soumet au jugement de l'Académie la description de divers appareils, reposant sur ce principe que toute pression produite sur une co-

(1) L'hypothèse d'un troisième mouvement ne serait pas du tout incompatible avec ce qui va suivre.

lonne d'air enfermée dans un tube non expansible s'accuse instantanément dans toute sa longueur.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. **Anez** adresse de Tarascon quelques observations sur la nouvelle maladie des vignobles de la Camargue, et sur la gravité du fléau qui menace ces vignobles.

(Commission nommée pour les Communications relatives à l'oïdium.)

M. **Saint-Cyr** transmet à l'Académie, par l'intermédiaire de M. Bouley, une « Nouvelle Note additionnelle au Mémoire sur la teigne faveuse chez les animaux », avec divers Documents à l'appui.

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

CORRESPONDANCE.

M. **le Ministre de l'Intérieur** adresse un exemplaire des « Documents sur la situation administrative et financière des hospices et hôpitaux de l'Empire » qui viennent d'être publiés par les soins de son département.

M. **le Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un exemplaire imprimé du Mémoire de *M. de Freycinet* sur « l'Emploi des eaux d'égout en agriculture », qui a déjà été adressé en manuscrit à l'Académie. (Ce Mémoire sera renvoyé à la Commission des Arts insalubres);

2° Un « Rapport sur la statistique des hôpitaux de S. José, S. Lazaro et Destero de Lisbonne, pour 1865, par *M. da Costa Alvareiga*, traduit du portugais par *M. L. Papillaud* »;

3° Des « Recherches sur le développement du pelopate brun, par M. Van Bambecke ». M. le Secrétaire perpétuel exprime le regret que les règlements de l'Académie ne permettent pas d'insérer au *Compte rendu* un extrait de ce travail qui est imprimé.

ASTRONOMIE. — *Réponse de* M. **Lockyer** *aux observations du* P. Secchi.

« La partie de ma Communication qui a été imprimée dans les *Comptes rendus* du 12 juillet, et qui a rapport aux observations du P. Secchi, avait pour objet, comme je l'ai clairement indiqué, l'établissement de certains points sur lesquels nos observations n'étaient pas d'accord, afin que d'autres

personnes puissent employer la nouvelle méthode d'observation dans les meilleures conditions.

» J'ai donc été un peu surpris du ton de la réponse du P. Secchi, ton que je n'ai pas la moindre intention d'imiter dans la présente Communication.

» Je trouve, dans la Lettre du P. Secchi :

» 1° Qu'il tient encore à « une couche donnant *un spectre continu*, » couche qu'il considère comme *la base de l'atmosphère solaire* et dans » laquelle il pense que *s'effectue le renversement* selon la théorie de » Kirchhoff »;

» 2° Qu'il a des doutes sur l'importance que j'attribue à l'élargissement de la raie F à sa base, sur lequel le Dr Franckland et moi avons fondé notre estime de la pression de la chromosphère;

» 3° Qu'il a aussi des doutes sur les changements de longueur d'onde dans les raies de l'hydrogène que j'ai affirmé être continuellement visibles, sur le Soleil et en dehors de cet astre;

» 4° Qu'il soutient encore que la raie F est due à l'absorption de quelqu'autre substance, en outre de l'hydrogène.

» Sur tous ces points, je m'en remets volontiers au jugement de l'avenir. Je puis cependant faire remarquer, quant à ce qui touche le premier de ces points, que quoique je ne voie rien qui ressemble à un spectre continu, je vois positivement des traces d'absorption réduite dans la couche extérieure de la photosphère, et le Dr Franckland et moi avons montré que l'absorption augmente lorsque les couches inférieures sont mises en action comme dans une tache. Le P. Secchi a écrit récemment (*Comptes rendus*, 1869, 2e semestre, p. 41) : « Ayant examiné comparativement le spectre » du noyau des taches et celui du bord du disque du côté intérieur, je » suis arrivé à la conclusion que ces deux spectres se ressemblent considé» rablement. *L'élargissement des raies constaté dans le noyau se reproduit près* » *du bord.* » Je ne trouve pas cela, mais il me semble que c'est une contradiction pure et simple avec son assertion relative au spectre continu dans ces régions.

» Quant au second point, dans lequel l'influence de la pression est mise en question, je cite encore (*Comptes rendus*, 1869, 2e semestre, p. 41) : « J'ai » encore porté mon attention sur la largeur des raies brillantes de la chro» mosphère et j'ai constaté que, en général, les raies principales sont toutes » trois plus larges à la base qu'au sommet, ce qui PROUVE L'INFLUENCE DE LA » PRESSION *exercée par les couches supérieures.* » Ces expressions me frappent,

comme étant une nouvelle contradiction, et le P. Secchi devra choisir entre ses assertions opposées. Mais je dois lui rendre la justice d'admettre qu'il avait déjà imaginé qu'on pourrait arriver à quelque résultat au moyen d'expériences de pression; car il avait recommandé d'observer le spectre de l'hydrogène *sous une très-forte pression*, tandis que le Dr Franckland et moi avons réussi en opérant *près du point du vide*.

» Laissant donc de côté des points importants sur lesquels, comme je l'ai déjà dit, je m'en remets à la décision de l'avenir, il y en a plusieurs d'une importance moindre, sur lesquels je prie l'Académie de me permettre de dire quelques mots.

» Le P. Secchi dit : « Lorsque M. Lockyer affirme m'avoir précédé dans » les observations des injections de magnésium, on ne peut pas dire jusqu'à » quel point cela est exact. » En ce qui touche à la question de priorité, je ne regarderais pas cette remarque comme méritant une réponse; mais comme le P. Secchi paraît jeter un doute sur ma véracité, je le prierai de lire un Mémoire communiqué à la Société Royale le 4 mars 1869, dans lequel il est établi que les premières observations ont été faites les 21 et 28 février.

» Quant à son assertion qu'il énonce ainsi : « J'ai clairement vu et dé» montré que seulement une ligne du magnésium est renversée et que l'autre » ligne brillante occupe l'espace intermédiaire des deux plus voisines », je me considère comme pleinement justifié en niant l'exactitude de l'observation, et je laisse cette question, comme les autres, à la décision de l'avenir; je ne m'aventurerais pas jusque-là si une longue série d'expériences, faites au Collége royal de chimie, n'avait pas été complétement d'accord avec mes observations télescopiques qui ont déjà été décrites dans les *Comptes rendus*.

» Le P. Secchi me fait le reproche de mêler la théorie avec les observations. J'avoue franchement qu'il en est ainsi. Je confesse qu'une remarque faite, il y a déjà quelque temps, par M. Faye est toujours présente à mon esprit lorsque je me livre à des observations. Voici cette remarque : « Une » bonne théorie est aussi nécessaire qu'un bon télescope. » Sans une hypothèse qui dirigeait mon travail, j'aurais bien certainement beaucoup moins interrogé le Soleil que je ne l'ai fait, et ce serait une naïveté de dire que, dans une recherche comme celle que nous poursuivons maintenant, il ne convient pas d'observer aveuglément ou au hasard. Par exemple, j'ai commencé par m'appuyer sur la théorie, généralement admise alors, que « l'ab» sorption avait lieu en dehors de la photosphère, » ce qui est évidemment l'idée actuelle du P. Secchi, comme on le voit par l'extrait d'une de ses dernières Communications que j'ai déjà cité. Mais, en mettant à l'épreuve

cette théorie de toutes les manières, j'ai reconnu qu'elle était insoutenable, et je crois pouvoir dire que, si le P. Secchi avait fait comme moi, il y aurait eu moins de contradictions dans ce qu'il a cherché à établir, et aussi qu'il aurait trouvé que cette théorie n'est pas soutenable. Mais j'avoue que la remarque qu'il est trop tôt pour établir une théorie, venant du P. Secchi, m'a un peu étonné, car je trouve un grand nombre de tentatives de ce genre dans ses propres Mémoires sur ce sujet.

» Dans ma première Note, j'établissais que, « si la chromosphère » était suspendue à une certaine distance de la photosphère, nous ne pour- » rions trouver un élargissement dû à la pression. » Sur ce point, le P. Secchi fait remarquer qu'il ne voit pas la justesse de ma conclusion. Cela peut dépendre de ce qu'il n'admet pas que la raie F s'élargit par la pression. Mais ma remarque signifie simplement que, si la chromosphère était mince au lieu d'être épaisse, c'est-à-dire si elle ne s'étendait pas jusqu'à la photosphère, il y aurait moins de place pour que la pression devienne évidente. Il ajoute alors : « Cette structure des masses suspendues dans une » atmosphère..... résulte.... des observations des éclipses. » Je demanderai alors où de telles observations de la chromosphère (car les proéminences sont hors de la question) ont été consignées, et comment ces observations, si elles existent, pourraient nous servir dans une telle question.

» Je lis ensuite : « Il est impossible d'admettre que ces images ou ces » colonnes inclinées puissent rester suspendues sans un milieu qui les sup- » porte et qui soit différent d'elles-mêmes. » A cela je répondrai que, si le P. Secchi ou tout autre peut *prouver* l'existence de ce milieu, je l'admettrai bien volontiers; mais j'aurai toujours présent à l'esprit :

» 1° Que, quoique le Dr Franckland et moi ayons démontré que la température est assez élevée dans la région des proéminences pour rendre d'autres substances incandescentes s'il y en avait là, le spectroscope ne nous fournit aucun indice de leur existence;

» 2° Que la ténuité des proéminences est excessive;

» 3° Que les proéminences ne sont pas stables, mais sont rapidement entraînées au delà du niveau supérieur de la chromosphère et disparaissent aussi rapidement;

» 4° Qu'il n'y a pas d'hydrogène plus froid au-dessus de la chromosphère, car nous n'aurions alors que la raie F toute seule;

» 5° Que l'hydrogène est le plus léger de tous les gaz.

» Le P. Secchi regarde mes observations d'injections de sodium, de magnésium, etc., *dans la chromosphère*, comme une preuve de l'existence

de la couche ou *stratum* à spectre continu qu'il place au-dessous de la chromosphère. Je lui demanderai comment cela est possible. Mes observations, en outre, démontrent, je pense, que les vapeurs de sodium, de magnésium, etc., sont immédiatement placées au-dessous de la photosphère, et alors comment peuvent-elles donner au-dessus un spectre continu, si elles n'en donnent pas au-dessous?

» Dans ma dernière Communication j'ai dit qu'en employant trois prismes, les phénomènes des taches pouvaient être aussi compliqués que le P. Secchi les a décrits, mais qu'avec les puissants pouvoirs dispersifs que j'emploie, cette complication disparaît en très-grande partie. A cette occasion le P. Secchi dit que « je cherche à mettre mes résultats en opposition » avec les siens. » Je ferai remarquer que mon but était justement le contraire, et je cite encore un des derniers Mémoires du P. Secchi (*Comptes rendus*, 1869, 2e semestre, p. 166), d'une date plus récente que celui dans lequel il établit que le spectre d'une tache est semblable à celui du limbe : « Il n'y a pas production des raies fondamentales nouvelles, mais » seulement un renforcement considérable des raies solaires connues » comme déjà existantes. » Sur ce point, je laisserai encore le P. Secchi se mettre d'accord avec lui-même. Quant à ce qui touche spécialement aux raies brillantes, visibles parfois dans les taches, que le P. Secchi regarde comme dues à la radiation du noyau gazeux intérieur du Soleil (*Comptes rendus*, 1869, 1er trimestre, p. 165), je puis dire seulement que je n'ai pas vu dans les taches de lignes brillantes qui ne fussent visibles en même temps dans le spectre solaire ordinaire. Il est vrai que, dans les taches, elles sont beaucoup mieux vues.

» En terminant, je dois dire que la méthode d'observation que j'emploie, et dont je regrette de voir que le P. Secchi fait si peu de cas, consiste a observer l'image actuelle du Soleil fournie par un réfracteur de 6,25 pouces d'ouverture et de 100 pouces de longueur focale, ou bien une image agrandie jusqu'à 6 pouces en diamètre, suivant l'état de l'air. Je dirai, en outre, que mon spectroscope est muni d'une série de sept prismes de flint-glass le plus dense, qui me donne un angle de réfraction de plus de 300 degrés; que cette dispersion est encore augmentée par un autre prisme de flint-glass dense, de 60 degrés, et un prisme à vision directe, d'égal pouvoir; enfin, que je ne suis pas content encore de cette dispersion, qui est plus que double de celle qu'emploie le P. Secchi, et j'espère, dans quelques jours, avoir à ma disposition un pouvoir double de celui dont je dispose aujourd'hui. »

ASTRONOMIE. — *Les étoiles filantes d'août. — La comète de Winnecke.* Note de **M. Borrelly**, présentée par M. Le Verrier.

« Le passage des étoiles filantes d'août a été observé à Marseille dans la soirée du 10, et a été bien marqué.

» A la tombée de la nuit, de très-beaux météores brillent dans la région du ciel comprise entre le nord et l'ouest; presque tous prennent naissance entre la Grande Ourse et la Petite Ourse. Le point radiant est situé très-près de κ Dragon; leur direction générale est nord-est à sud-ouest. J'indique ici le nombre des météores que j'ai observés :

De $8^h.30^m$ à $9^h.30^m$	35	météores.
De 9.30 à 10.30	22	»
De 10.30 à 11.30	28	»
De 11.30 à 12.30	33	»
De 12.30 à 13.30	23	»
De 13.30 à 14. 0	5	»
Total	146	»

» Quelques-uns des plus remarquables, méritent une description plus étendue :

» Ainsi, à $10^h 6^m 12^s$, un magnifique bolide rouge brille près de la Polaire, et va s'éteindre près d'Arcturus. A $10^h 37^m 46^s$, un magnifique bolide, beaucoup plus brillant que Jupiter périgée, part de la queue de la Grande Ourse entre ζ et η, passe même devant Arcturus et descend jusqu'à l'horizon sud-ouest; il laisse derrière lui une belle traînée (d'environ un degré de largeur); α Bouvier s'y trouve au beau milieu; l'éclat de l'étoile ne paraît point affaibli, mais elle scintille extraordinairement pendant toute la durée du phénomène.

» Enfin un bolide plus brillant que tous ceux qui précèdent fait son apparition à $12^h 37^m 2^s$ dans Andromède, traverse le carré de Pégase et disparaît au-dessous de la constellation des Poissons. Il laisse après lui une très-forte traînée qui persiste pendant dix secondes.

» On annonce dans les journeaux une *nouvelle* comète. Je l'ai observée ce matin, et j'ai reconnu que l'astre dont il s'agit n'est autre chose que la comète périodique de M. Winnecke, pour laquelle cet Astronome a calculé les positions des 3 et 19 septembre. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Note sur les étoiles filantes des* 10, 11 *et* 12 *août* 1869 *et jours suivants, et sur l'état du ciel correspondant;* par **M. S.-J. Silbermann.**

« Les étoiles filantes d'août ont été observées les 10, 11 et 12 août; leur apparition a continué les jours suivants, en diminuant d'intensité.

» Sur 85 étoiles observées, 54 radiaient d'un point situé à la partie supérieure du triangle formé par η et γ Persée et (51) de la Girafe. Toutes présentaient un assez faible éclat et avaient beaucoup d'analogie avec les étoiles filantes sporadiques. Une seule a été comparable à celles de novembre 1866. Vue à $7^h 45^m$, le 10 août, de la place de Médicis, elle descendit du zénith vers le sud-ouest, en décrivant une trajectoire rectiligne d'environ 60 degrés. Son éclat était supérieur à celui de Vénus en quadrature, sa teinte parfaitement blanche. Elle laissa derrière elle une longue traînée, qui persista une demi-minute environ après la disparition de l'étoile. La traînée était formée d'un nuage gris-perle, allongé en fuseau; au bout d'une seconde, il s'y manifesta des bosselures qui affectèrent autour de l'axe du fuseau un mouvement dextrogyre; petit à petit, le nuage se déforma, se brisa, pendant sa torsion, en petits fragments devenus bientôt invisibles. On eût dit le fil d'une bobine qui, en le laissant se dérouler derrière elle, serait animée d'un mouvement de rotation parallèle à sa trajectoire. On peut donc admettre, je crois, que le bolide, en se transportant, tournait sur lui-même, d'occident en orient, autour d'un axe presque parallèle à la direction de sa course.

» Deux des astéroïdes décrivirent des arcs de cercle d'un très-petit rayon; l'un fut observé le 10 août à $11^h 15^m$, le second le 12 août à $11^h 26^m$.

» Deux autres eurent un mouvement également remarquable, ils décrivirent des lignes brisées; je les observai le 10 août à $11^h 22^m$ et le 11 août à $11^h 35^m$.

» Dans la nuit du 15 au 16 août, je reconnus 3 étoiles filantes émergeant du même centre.

» Les phénomènes qui avaient précédé ou accompagné l'apparition des aurores boréales du 15 avril et du 13 mai se sont reproduits. Nous retrouvons les mêmes phénomènes physiologiques précurseurs des orages. Comme à ces dates, nous voyons des nuées orageuses avorter, des cirrus dardant leur chevelure du nord-ouest au sud-est. Les 9, 10, 11 et 12 août, les nuages observés pendant la nuit étaient sombres à leur partie inférieure, pendant que leur partie supérieure était bordée d'une espèce de chevelure blanche, ayant par instants de 10 à 15 degrés d'étendue.

» Ce phénomène se rattache aux mêmes causes que ceux dont j'ai donné la description à l'occasion du 15 avril et du 13 mai. Il mérite d'attirer la sérieuse attention des observateurs; c'est, on peut le dire, une aurore rudimentaire.

» La coïncidence de l'apparition des astéroïdes et de phénomènes auroraux me semble une nouvelle confirmation des idées exprimées dans les Notes précédentes, en même temps que de celles dont M. Ch. Sainte-Claire Deville a dit un mot à l'Académie.

» A l'appui de cette pensée vient encore la baisse de température très-notable éprouvée ces jours derniers, en même temps que le mouvement ascendant des nuages. Voici, en effet, suivant moi, les trois modes d'action des astéroïdes pour amener un refroidissement : 1° par leur masse, elles produisent, en s'approchant de l'atmosphère, une sorte d'onde attractive; 2° quand elles pénètrent dans les couches supérieures de l'atmosphère, l'espèce d'entraînement qu'elles leur font subir s'ajoute à leur effet attractif, pour augmenter l'aspiration de l'air vers ces régions élevées que nous les voyons traverser; 3° quand elles viennent s'interposer entre le Soleil et notre globe, elles doivent contribuer à produire un refroidissement en jouant le rôle d'écrans.

» Il serait intéressant de savoir si des ras de marée coïncidant avec ces passages ont été signalés sur les océans, et si de notables perturbations ont été remarquées dans les lignes télégraphiques. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Les étoiles filantes des* 9, 10 *et* 11 *août* 1869. Note de **M. Chapelas.**

« Malgré un ciel complétement couvert, pendant la nuit du 9 seulement, le retour périodique des étoiles filantes du mois d'août s'est cependant présenté cette année dans des circonstances très-favorables aux observations et à leur discussion, car nous n'avons point à tenir compte, dans nos opérations, de l'influence de la lumière lunaire.

» Le phénomène, quoique ayant repris une marche ascensionnelle, n'a pas été aussi brillant qu'on pouvait le désirer, et la petite augmentation constatée sur l'année dernière nous tient encore bien loin de la grande époque de 1848.

» Voici les nombres horaires moyens à minuit, ramenés à un ciel serein, obtenus pendant ces trois nuits :

Le 9 (nombre fourni par la courbe)............	40	étoiles.
Le 10 (nombre fourni par l'observation).........	53	»
Le 11 »	33,9	»
Pour les trois nuits...........................	42,3	»

» Le 12, le nombre horaire moyen était déjà descendu à 17,4.

» Comme toujours, le maximum s'est produit le 10; son véritable moment étant entre onze heures et minuit, à raison de 1,3 par minute.

» Si nous examinons maintenant les divers météores composant cette apparition, nous trouvons, pour 284 étoiles observées pendant les nuits du 10 et du 11 :

149 étoiles filantes de 1re, 2e et 3e grandeur,
135 » de 4e, 5e et 6e grandeur,

dont 37 seulement de sixième taille.

» Enfin, sur ces 284 météores, 59 ont offert de belles traînées, dont quelques-unes présentaient des nuances assez variées. Je ferai remarquer, au sujet de ces traînées, que, comme toujours, elles n'accompagnaient que les trois premières grandeurs d'étoiles filantes, et se montraient plus nombreuses pour les premières tailles que pour les deuxièmes et troisièmes. En effet, les premières grandeurs nous donnent 29 étoiles à traînée, les deuxièmes grandeurs 15, et enfin les troisièmes 14 étoiles seulement.

» Cette dernière observation présente un grand intérêt, quant à l'origine que l'on pourrait assigner à ces traînées.

» On sait que, sur ce point, les opinions ont été bien partagées. Quelques observateurs d'abord ont nié l'existence de ces appendices lumineux; d'autres ont prétendu que toutes les étoiles filantes étaient accompagnées de traînées, confondant évidemment la traînée proprement dite avec ce trait de feu décrit par l'étoile filante, résultat d'un point lumineux qui se déplace dans l'espace avec une grande rapidité. D'autres enfin ont affirmé que ces traînées étaient l'effet d'un courant atmosphérique contraire, agissant sur le météore. Cette dernière hypothèse ne pouvait se soutenir devant l'observation, qui nous apprend que cette particularité des traînées ne s'étend qu'aux étoiles filantes d'une certaine taille.

» Mais si l'on réfléchit que les diverses grandeurs d'étoiles filantes nous indiquent la hauteur plus ou moins grande à laquelle ces météores circulent dans l'atmosphère, on voit de suite que ceux de 1re, 2e et 3e grandeur effectuent leur trajectoire dans des couches atmosphériques plus rapprochées de nous, et par conséquent plus denses que celles où l'on observe les

étoiles filantes de 4e, 5e et 6e taille. Les météores de la première catégorie doivent donc rencontrer, dans le parcours de leur trajectoire, un obstacle plus considérable que ceux de la deuxième; et, par suite de la résistance de l'air, la matière qui leur donne naissance doit s'épancher, se déverser et former derrière eux comme une sorte de sillage lumineux qui constitue la traînée, et qui perd, par cela même que cette partie de matière détachée devient plus transparente, l'aspect du corps dont elle émane.

» L'observation nous montre aussi que les traînées qui accompagnent les étoiles filantes de 1re grandeur sont beaucoup plus compactes que les autres, ce qui doit être en effet, puisque l'effusion de matière doit être plus considérable, la résistance étant plus grande.

» Au contraire, les étoiles filantes de 4e, 5e et 6e grandeur apparaissant dans des milieux beaucoup plus raréfiés, la résistance devient pour ainsi dire nulle, et elles parcourent alors leurs trajectoires sans rejeter derrière elles aucune parcelle de matière. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observations magnétiques dans le golfe de Siam.* Note de **M. G. Rayet.**

« Pendant le séjour sur les côtes du royaume de Siam de l'expédition française, envoyée dans la presqu'île de Malacca pour l'observation de l'éclipse de Soleil du 18 août 1868, j'ai pu faire des mesures précises des divers éléments du magnétisme terrestre. Notre station, placée au voisinage de la ligne sans inclinaison, de la ligne du maximum d'intensité totale et de la ligne du minimum d'intensité horizontale, présentait une importance spéciale.

» La déclinaison, mesurée au moyen d'une excellente boussole de Gambey, a été trouvée de $2°41'49'',5$ Est; ce nombre est la moyenne de trois observations faites du 11 au 19 août vers 4 heures du soir (1).

» Mon observatoire magnétique était pourvu d'une boussole de variation de déclinaison formée d'un barreau aimanté et d'un miroir suspendus à un paquet de fils sans torsion. Les observations de déclinaison absolue ayant permis de graduer cet appareil, des observations faites d'heure en heure, du 7 au 18 août, ont donné pour la déclinaison magnétique moyenne aux divers moments du jour les résultats suivants :

---

(1) Les cartes de la marine française donnent pour variation du compas dans le golfe de Siam 2 degrés Est.

Déclinaison magnétique Est

à 6h M.	2°44′,5	à 1h S.	2°40′,7
à 7 M.	45,2	à 2 S.	40,8
à 8 M.	44,5	à 3 S.	41,4
à 9 M.	43,4	à 4 S.	41,8
à 10 M.	41,9	à 5 S.	42,2
à 11 M.	40,8	à 6 S.	41,9
à midi.	40,9	à 8 S.	41,7
		à 10 S.	41,9

» Ces nombres, moyennes d'observations faites pendant onze jours, sont, d'après le procédé qui a servi à les obtenir, des valeurs très-exactes de la déclinaison magnétique vraie.

» La déclinaison Est présente un maximum vers 7 heures du matin, un minimum vers 1 heure de l'après-midi, un nouveau maximum vers 5 heures du soir et un minimum dans la nuit à une heure que nous n'avons pu déterminer.

» Par trois mesures faites le 8 et le 9 août par la méthode des azimuts rectangulaires, nous avons trouvé pour l'inclinaison nord

$$8^\circ 36',4.$$

» La mesure de l'intensité magnétique horizontale a été l'objet de soins spéciaux.

» La méthode la plus généralement employée pour obtenir cet élément consiste à emporter une douzaine d'aiguilles, aimantées depuis deux ou trois ans. A la station de départ, on mesure la durée t d'une oscillation de chacune de ces aiguilles; des expériences semblables, faites dans le cours du voyage, donnent pour les mêmes oscillations une durée t', et, en les répétant une troisième fois, au moment du retour, on obtient un troisième nombre t''. Si l'état magnétique de l'aiguille n'a pas changé, t'' est identique à t; mais il en est rarement ainsi, les aiguilles ayant perdu, avec le temps, par des chocs ou des changements brusques de température, une portion notable de leur magnétisme. Pour réduire les observations, on est forcé d'admettre que les changements sont proportionnels au temps, et rien n'est moins certain. En outre, il faut tenir compte des changements, non permanents, que la température apporte à l'intensité magnétique d'un barreau.

» La méthode précédente, qui est classique et que les rapports officiels conseillent encore aux observateurs, présente donc de nombreuses causes d'incertitude.

» Dans la presqu'île de Malacca, nous avons employé les procédés enseignés par Gauss dans le *Vis magnetica*, et qui donnent des résultats absolument indépendants de l'état mangétique des aiguilles employées.

» Le principe de la méthode de Gauss consiste à avoir un barreau dont le moment d'inertie est connu, et peut-être déterminé à l'avance, à mesurer la durée de ses oscillations sous l'influence de la force terrestre, puis à déterminer les déviations qu'il fait éprouver à un deuxième barreau suspendu par un paquet de fils sans torsion.

» L'appareil doit se composer d'une cage dans laquelle on fait osciller le barreau d'une boussole à réflecteur, d'une règle et d'une lunette pour mesurer les déviations de ce dernier barreau. Notre expérience personnelle nous permet d'affirmer que ce système tout entier peut être installé en une journée.

» Le détail des expériences faites sur la côte de Siam sera imprimé, sous forme de Note, dans la Rapport rédigé par M. Stéphan sur l'ensemble des observations de l'expédition astronomique française. Nous avons, par cinq mesures faites du 5 au 7 août, trouvé pour l'intensité magnétique horizontale absolue

$$F_h = 3,84621.$$

» Les unités sont le mètre, la masse du gramme à Paris et la seconde du temps moyen.

» En tenant compte de l'inclinaison, on obtient pour intensité totale absolue

$$F_t = 3,89002.$$

» En 1848 et 1849 le capitaine Elliot, du corps des ingénieurs de Madras, a fait dans les îles de la Sonde, à Java et sur la côte ouest de Malacca, de nombreuses observations magnétiques. De l'ensemble de ses résultats, il a déduit des cartes magnétiques reproduites dans les *Transactions philosophiques* de 1851. Si, d'après ces cartes, on cherche quels doivent être les éléments magnétiques de notre station, on trouve

Inclinaison nord	7°,40′	
Intensité horizontale	8,250	unités anglaises.
Intensité totale	8,202	

» L'inclinaison est beaucoup plus faible que celle que nous avons observée, et, résultat au moins bizarre, l'intensité totale est plus petite que l'intensité horizontale. Les cartes du capitaine Elliot ne peuvent donc être exactes, et comme on ne saurait admettre qu'un physicien aussi exercé ait

commis une grossière erreur d'observation, on doit croire que la distribution du magnétisme dans ces régions ne peut être représentée par le système de formules adoptées par cet ingénieur.

» Nos observations ont été faites avec le plus grand soin; les résultats doivent avoir une grande précision. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Recherches sur l'état des sels dans les dissolutions.* Note de MM. BERTHELOT et L. DE SAINT-MARTIN, présentée par M. Balard.

« Étant connues les lois suivant lesquelles un corps se partage entre deux dissolvants, on peut en conclure l'existence et la proportion de ce corps dans une liqueur donnée, par exemple dans une dissolution aqueuse. C'est par cette méthode que nous avons étudié l'état réel des sels acides dissous et le partage d'une base entre divers acides. Dans l'exposé qui suit, nous admettrons donc que l'éther agité avec une liqueur aqueuse (saturée d'éther) met en évidence un état préexistant, sans déterminer celui-ci. Cette supposition est la plus vraisemblable, quoiqu'elle ne soit pas absolument démontrée. En effet l'observation prouve que les phénomènes constatés dépendent surtout de l'action de l'eau (saturée d'éther) sur le mélange salin; tandis qu'ils ne varient ni en raison de la solubilité des acides dans l'éther, ni en raison du volume de l'éther employé. Ce dernier n'influe sur la décomposition opérée dans la liqueur aqueuse que d'une manière indirecte et à cause des petites quantités d'acide qu'il fait sortir du champ de l'action chimique proprement dite; mais, si l'on a soin de compenser cette perte, la réaction opérée dans la solution aqueuse devient indépendante du volume de l'éther : nous nous en sommes assurés en opérant sur les solutions de bisuccinate de potasse.

I. *Des sels acides en dissolution.*

» 1. *Les sels acides formés par un acide monobasique n'existent pas en dissolution.* — En effet, étant donnée une liqueur renfermant $\frac{30}{100}$ ou moins de biacétate de soude, l'éther lui enlève une partie de l'acide acétique, à l'exclusion de l'acétate ou du biacétate alcalin; en outre le coefficient de partage est exactement le même qu'avec une solution d'acide acétique pur de même titre, sur laquelle on opère simultanément et dans des conditions identiques. Mêmes résultats avec le bibenzoate de potasse.

» 2. Au contraire, *les sels acides formés par un acide bibasique subsistent en partie en dissolution et sont en partie décomposés.* — Nous avons opéré

avec des solutions de bioxalates de potasse et d'ammoniaque, de bitartrate de potasse et surtout de bisuccinates de potasse et d'ammoniaque, sels plus solubles dans l'eau que les précédents et renfermant un acide plus soluble dans l'éther. Tous ces sels acides sont insolubles dans l'éther, aussi bien que les sels neutres correspondants.

» Par exemple, dans une solution renfermant 16gr,5 de bioxalate de potasse au litre, un dixième du sel environ est décomposé en oxalate neutre et acide oxalique. Dans une solution renfermant 25 grammes de bioxalate d'ammoniaque au litre, un treizième du sel est décomposé. Dans une solution renfermant 53 grammes de bisuccinate de potasse au litre, les trois dixièmes du sel sont décomposés en sel neutre et acide libre. La proportion décomposée est à peu près la même (un tiers) avec une solution renfermant 36 grammes de bisuccinate d'ammoniaque.

» *La quantité décomposée s'accroît lentement et d'une manière continue avec la dilution.* Ainsi, dans des solutions de bisuccinate de potasse renfermant depuis 53 grammes jusqu'à 6gr,6 au litre, la quantité du sel décomposé a varié seulement depuis 30 centièmes jusqu'à 43.

» *La quantité décomposée varie aussi d'une manière continue avec le rapport qui existe entre le sel neutre et l'acide excédant*; elle varie de telle sorte que *la stabilité du sel acide est accrue soit par la présence d'un excès du sel neutre, soit par la présence d'un excès d'acide libre.*

» Ces relations sont tout à fait comparables à celles qui caractérisent la formation des éthers : car la proportion d'un éther neutre qui peut se former en présence d'une même quantité d'eau est accrue soit par la présence d'un excès d'acide, soit par la présence d'un excès d'alcool.

» La stabilité d'un sel acide est accrue d'ailleurs plus rapidement par la présence d'un certain excès d'acide que par celle d'un excès équivalent de sel neutre. Par exemple, le bisuccinate de potasse, $C^8H^5KO^8$, en présence d'un demi-équivalent de succinate neutre, $\frac{1}{2}C^8H^4K^2O^8$, est décomposé au quart, tandis qu'il est à peine décomposé en présence d'une quantité d'acide succinique libre correspondante, $\frac{1}{2}C^8H^6O^8$. Par la même raison, le quadroxalate de potasse dissous est entièrement décomposé en bioxalate et acide oxalique libre.

II. *Partage des acides entre une même base.*

» Voici comment on a opéré. Dans la solution aqueuse d'un sel neutre formé par un acide que l'éther enlève à l'eau en proportion notable, on ajoute un autre acide, dont le coefficient de partage est très-différent du

premier; puis on agite avec de l'éther et l'on détermine l'état final des deux liqueurs. On opère simultanément et dans les mêmes conditions avec deux autres liqueurs de même titre acide, mais renfermant chacune un seul des acides qui peuvent prendre naissance ou subsister dans la solution fondamentale. — On fait d'ailleurs varier dans celle-ci l'acide additionnel par degrés successifs, en commençant par de très-petites quantités; et l'on vérifie la nature réelle des corps dissous par l'éther. Nous avons ainsi reconnu les faits suivants :

» 1. Les acétates alcalins dissous sont décomposés en totalité ou sensiblement par les acides sulfurique, chlorhydrique, oxalique et même tartrique.

» 2. L'ammoniaque ne partage point la soude et la potasse combinées avec les acides acétique et oxalique en dissolution.

» 3. Au contraire, l'acide oxalique décompose en partie le chlorure de sodium dissous. Par exemple, en opérant sur une liqueur renfermant par litre 14 grammes d'acide oxalique et 20 grammes de chlorure de sodium, liqueur aussi concentrée que le permet la faible solubilité du bioxalate de soude et qui n'en déposait d'ailleurs aucune trace, nous avons trouvé qu'un dixième environ de l'acide oxalique s'était changé en bioxalate dissous : résultat confirmé par ce fait qu'en augmentant un peu la proportion des corps dissous on voit le bioxalate de soude se séparer en cristaux.

» La méthode que nous venons de signaler s'applique à une multitude de problèmes de statique chimique : mais il suffit d'en avoir signalé le principe. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *De la fermentation des fruits.* Note de **MM. G. Lechartier** et **F. Bellamy**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Les fruits dégagent, à l'abri de l'air, des quantités considérables d'acide carbonique. C'est ainsi que 1531 grammes de pommes saines ont donné, en huit mois, 10632 centimètres cubes de gaz, et le 13 juillet le dégagement continuait encore. Avec l'acide carbonique, il se produit, à l'intérieur des fruits, de l'alcool et de l'acide acétique. On peut constater aussi une diminution proportionnelle dans la quantité de sucre qu'ils contiennent.

» Tous les faits cités dans ce travail ont été observés sur les pommes; mais nous nous sommes assurés qu'ils s'appliquent également aux groseilles et aux cerises.

» Pour rechercher l'alcool dans les pommes, on les écrase, et on en exprime le jus. Le marc est ensuite pressé plusieurs fois avec de l'eau. On dis-

tille une partie du liquide pour en extraire l'alcool et l'acide acétique. Le produit de la distillation est saturé par la soude, en même temps qu'on détermine son titre acétimétrique. Des distillations fractionnées permettent d'obtenir une liqueur assez riche en alcool pour qu'on puisse le séparer au moyen du carbonate de potasse sec.

» Voici quelques-uns des résultats obtenus :

	Durée de l'expér.	Poids des pommes.	Perte de poids.	Perte en sucre.	Gaz dégagé.	Alcool.	Acide acétique.
	jours	gr	gr	gr	gr	gr	gr
1...	184	348,8	14,3	26,0	13,10	10,01	0,11
2...	157	353,6	7,6	6,0	5,30	4,00	0,10
3...	234	531,5	22,5	36,4	21,05	20,56	0,29
4...	150	407,3	31,3	45,6	24,50	21,80	0,35
5...	124	338,9	3,9	5,4	3,00	2,89	0,17

» La perte de poids que les pommes ont subie, les quantités de sucre disparues, le volume du gaz acide carbonique et le poids de l'alcool recueilli varient dans le même sens.

» La quantité d'alcool est inférieure au poids de l'acide carbonique. On doit remarquer à ce sujet que la détermination de l'alcool ne s'effectue pas avec la même précision que la mesure du gaz; de plus, le gaz qui se dégage entraîne avec lui des vapeurs alcooliques et éthérées.

» Dans une seule des expériences, le poids de l'alcool a été supérieur à celui de l'acide carbonique.

	Durée de l'expérience.	Poids des pommes.	Perte de poids.	Gaz dégagé.	Alcool.	Acide acétique.
6......	184 jours.	341gr	4gr	2gr,4	4gr,27	0gr,17

» La présence de l'acide acétique dans des fruits conservés à l'abri de l'air ne doit pas étonner; les travaux de M. Duclaux ont montré que cet acide se produit dans toutes les fermentations alcooliques, surtout lorsque les globules jeunes du ferment se développent aux dépens des globules mères.

» Toutes les fois que le développement de l'acide carbonique était arrivé à sa troisième période, nous avons retrouvé le ferment alcoolique, parfaitement développé et bourgeonnant, à l'intérieur de pommes dont la peau était parfaitement intacte. On l'a vu par places immédiatement sous la peau, près du centre et aussi au milieu du parenchyme à égale distance entre le centre et la peau. Au bout de quelques heures, dans le jus des pommes, ces globules de ferment sont transformés en longs chapelets.

» Pendant la première période du dégagement gazeux nous n'avons trouvé de ferment bourgeonnant ni dans les pommes, ni dans le jus qu'elles

ont fourni. On rencontre dans le jus des globules isolés de diverses grosseurs. On en voit même quelques-uns de forme ovoïde ayant l'apparence de globules de ferment; mais toujours ils sont isolés. Cependant, même dans ce cas, il y a production d'alcool, comme on l'a constaté dans l'expérience 5. La période d'arrêt dans le dégagement n'était pas encore terminée, car on n'avait recueilli que 90 centimètres cubes de gaz depuis le 9 mai jusqu'au 20 juillet.

» Dans l'expérience 6 la période d'arrêt se terminait vers le 22 juin, et le 15 juillet quatre des pommes contenaient des globules de ferment. Dans la cinquième et dans le jus qu'elle a donné, c'est avec peine qu'on a pu trouver deux globules portant chacun un bourgeon.

» Toutes les pommes, renfermées saines en éprouvette, conservent leur couleur. Leur peau ne présente aucune solution de continuité. Le plus souvent des gouttelettes d'une limpidité parfaite perlent à leur surface. Après plusieurs mois de séjour en vase clos, un peu de liquide sort de la pomme inférieure sous la pression de celles qui sont au-dessus. Après six mois, la quantité de liquide n'a pas été supérieure à $4^{gr},50$ pour 348 grammes de pommes. On en a vu qui, après quatre mois, n'étaient pas même recouvertes de gouttelettes liquides. La proportion d'eau que les pommes contiennent et leur état au moment où elles sont mises en éprouvette ont une grande influence sur ce phénomène. C'est ainsi que 407 grammes de pommes, préalablement soumis à la congélation, ont laissé dégager 43 grammes d'eau. Les pommes dont la peau était encore sèche après quatre mois n'avaient été renfermées que le 15 mars, et elles avaient déjà perdu par évaporation une partie de leur eau.

» A mesure que le séjour des pommes en vase devient plus long, leur consistance diminue. Celles qui sont au fond de l'éprouvette s'affaissent sous le poids des fruits supérieurs. Elles s'écrasent toutes sous le pilon avec la plus grande facilité; elles ont la consistance d'une pomme blette et n'en diffèrent que par la couleur. Mais, après quelque temps d'exposition à l'air, elles prennent la couleur de la nèfle.

» Pendant le séjour des pommes en vase clos, la proportion de l'eau augmente à leur intérieur; on s'en est assuré en faisant dessécher la pomme à 100 degrés et en pesant le résidu sec.

Numéro de l'expérience	Pommes saines.	Résidu sec pour 100.	Sucre.	Matières volatiles à 100°.	Gaz dégagé.
»	14 janvier	19,2	12,6	80,8	0,0
6.....	17 juillet	16,3	10,1	82,5	2,4
7.....	14 juillet	7,4	5,1	88,5	13,1

» L'altération peut même être plus grande que dans les pommes qui ont été maintenues à l'air. A l'air elles perdent peu à peu leur eau, et le 23 juillet des pommes pourries, primitivement identiques aux précédentes, ont donné pour 100 :

Résidu sec.	Sucre.	Eau.	Perte dans l'air.
12,5	3,9	5,4	82,0

» Dans les pommes qui nont pas été mises à l'abri de l'air, nous n'avons pas trouvé de ferment bourgeonnant. Se produit-il de l'alcool à leur intérieur? Des expériences seront faites pour résoudre cette question. L'observation est ici nécessaire. Il résulte en effet des travaux de M. Pasteur que la levûre de bière perd son pouvoir de ferment tant qu'elle peut vivre en absorbant de l'oxygène libre.

» Il y a échange de gaz entre l'atmosphère intérieure de la pomme et l'air extérieur. On peut même montrer qu'il y a dans l'intérieur d'une pomme ou d'un citron des gaz oxygène, azote et acide carbonique, qui en sortent sous l'influence d'une diminution de pression.

» Pour cela il suffit de faire passer le fruit dans une large éprouvette pleine de mercure et haute de 30 à 35 centimètres environ. La pomme monte au sommet et des bulles de gaz s'en échappent. Le gaz transvasé et analysé contient toujours de l'oxygène lorsque la pomme est saine. Une pomme nous a donné ainsi, en dix minutes, 8 centimètres cubes de gaz contenant 15 pour 100 d'oxygène et 5 pour 100 d'acide carbonique; le reste était de l'azote. Pour être bien certain que l'oxygène recueilli ne provenait pas d'air adhérent à la surface de la peau, on faisait passer le fruit sous l'eau et de l'eau sous le mercure, sans le mettre dans l'intervalle en contact avec l'air.

» Le gaz dégagé d'une pomme blette ou pourrie ne contient pas d'oxygène. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le bromotoluène et les toluidines qui en dérivent; par* **MM. A. Rosenstiehl** *et* **Nikiforoff.**

« Il résulte de l'ensemble des recherches publiées par l'un de nous, que le toluène donne naissance à deux dérivés nitrés isomères, correspondant à deux toluidines. La substitution d'autres radicaux simples ou composés doit provoquer des phénomènes semblables. Diverses observations, faites sur le toluène monobromé, nous ont engagé à étudier ce corps de plus près, dans la direction que nous venons d'indiquer.

» Jusque dans ces derniers temps, ce corps n'a été connu que sous forme liquide, comme autrefois le nitrotoluène. L'hiver passé, MM. Huebner et Wallach ont vu le bromotoluène se solidifier partiellement (*Zeitschrift für chemie*, t. V, p. 138, mars 1869). Le même fait a été observé par M. Kœrner, qui a employé dans ses recherches ce corps à l'état cristallisé (*Comptes rendus*, séance du 5 avril 1869). La partie restée liquide n'a pas encore été examinée; nous pensons démontrer, par ce travail, qu'elle contient un isomère de nitrotoluène cristallisé, et qui serait avec ce dernier dans le même rapport que la pseudotoluidiue avec la toluidine. Nous avons eu encore un autre but, celui de comparer à la pseudotoluidine :

» 1° L'alcaloïde dérivé du bromotoluène cristallisé, obtenu par M. Kœrner;

» 2° La paratoluidine préparée par MM. Huebner et Wallach, avec le bromotoluène liquide.

» Le toluène monobromé, préparé par l'action du brome à basse température sur le toluène pur de M. Coupier, a été débarrassé du bromure de benzyle, par une saponification convenable. On a obtenu un liquide, bouillant entre 181 et 183 degrés C., doué d'une odeur faible et agréable. En abaissant sa température à —20 degrés C., et en exprimant la masse solide entre des plaques métalliques, fortement refroidies, on a obtenu deux produits : une masse cristallisée d'un côté, un liquide incristallisable de l'autre.

» La masse solide a été exprimée dans du papier à filtre, jusqu'au moment où son point de fusion est resté constant; elle est formée par du bromotoluène, cristallisé en lames nacrées d'une blancheur éclatante, et possède une odeur très-faible; ce bromotoluène fond entre 25 et 26 degrés C., et distille totalement entre 181 et 183 degrés C. : nous l'appellerons bromotoluène α. La partie liquide, exposée de nouveau à un froid de —20 degrés, dépose à peine quelques cristaux, dont elle est difficile à séparer; elle possède une odeur de fruits agréable, et distille totalement entre 181 et 183 degrés : pour distinguer ce produit du précédent nous le désignerons par la lettre β.

» *Toluidine de M. Kœrner.* — Nous avons transformé le produit α en bromotoluidine d'après les indications de M. Kœrner. L'élimiuation du brome contenu dans ce dernier alcaloïde présente quelques difficultés; nous avons dû prolonger l'action de l'amalgame de sodium pendant douze jours sans interruption, en ayant soin de chauffer au bain-marie. L'alcaloïde que l'on obtient ainsi est encore liquide à — 20 degrés C.; il bout à 198 de-

grés C., et présente les réactions colorées qui caractérisent la pseudotoluidine (*Comptes rendus*, t. LXVII, p. 398).

» Pour acquérir toute certitude à l'égard de cette identité présumée, nous avons fait l'étude comparative des chlorhydrates et des oxalates acides, c'est-à-dire de sels dont le maniement nous est très-familier.

» Le *chlorhydrate* de la base de M. Kœrner contient, comme le sel de pseudoluidine, une molécule d'eau; sa formule est $C^7H^9AzClH + H^2O$: sa dissolution se colore peu à peu à l'air en violet. Les cristaux qui s'y développent sont des prismes droits à base rectangulaire, combinés avec un prisme à base rhombe; ils sont donc au moins isomorphes, sinon identiques avec ceux du sel de pseudotoluidine (voir *Bulletin de la Société Chimique de Paris*, t. X, p. 199). Nous avons contrôlé le résultat de l'examen cristallographique, par un moyen dont on ne saurait contester la valeur. La dissolution aqueuse du sel se sursature facilement; cette solution peut être agitée, on peut la transvaser et la filtrer même, pour peu que l'on opère dans un local où l'on a évité de répandre des cristaux de la même substance; on peut y projeter les corps les plus divers, même des cristaux de chlorhydrate de toluidine, sans provoquer la cristallisation; cette dernière ne peut être amenée que par deux causes : concentration, par abaissement notable de température ou par évaporation, ou bien le contact d'un cristal de la même substance. Cette propriété appartient aussi au sel de pseudotoluidine, et nous l'avons utilisée maintes fois pour séparer ce dernier alcaloïde de la toluidine. Voici maintenant ce que nous avons observé : en projetant, dans une dissolution sursaturée de chlorhydrate de pseudotoluidine, un cristal du sel correspondant de l'alcaloïde de M. Kœrner, la dissolution se prend aussitôt en masse; inversement, une dissolution de ce dernier sel, qui avait été amenée à sursaturation par l'évaporation spontanée, a cristallisé au contact d'une parcelle de chlorhydrate de pseudotoluidine. L'examen des *oxalates acides* nous a donné les résultats suivants. Les sels des deux alcaloïdes contiennent 1 molécule d'eau : $C^7H^9Az.C^2O^4H^2.H^2O$; nous avons déterminé leur solubilité dans l'éther exempt d'alcool.

» 100 parties de ce dissolvant demandent, pour se saturer à 18 degrés C. :

Oxalate acide de pseudotoluidine.	Oxalate de l'alcool de M. Kœrner.
4p,6	4p,2

» Si l'on envisage l'ensemble des résultats que nous venons de décrire, on voit que nous n'avons pu constater aucune différence entre les deux alca-

loïdes, et on peut admettre que la toluidine obtenue par M. Kœrner n'est autre, comme ce chimiste l'a du reste supposé, que la pseudotoluidine.

» *Paratoluidine de MM. Huebner et Wallach.* — On a pris pour préparer cet alcaloïde le bromotoluène liquide; nous rappelons ici que ce corps est un mélange de bromotoluène α et de son isomère β; par sa transformation en alcaloïde, nous devions obtenir : 1° la pseudotoluidine provenant du produit α, plus l'alcaloïde correspondant au produit β. Nous avons en effet obtenu un mélange contenant :

Pseudotoluidine	76,5
Toluidine	23,5

» La séparation de ces deux corps a été effectuée en utilisant la différence de solubilité des oxalates acides dans l'éther :

1 partie oxalate acide de pseudotoluidine demande..	215 parties éther	= 10 degrés C.
» de toluidine demande.......	6660	»

» On a constaté l'identité de la toluidine avec celle de MM. Muspratt et Hofmann : 1° par le point de fusion; 2° par la détermination de la solubilité de l'oxalate dans l'éther; 3° par la réaction caractéristique de l'acide nitrique en présence d'acide sulfurique bihydraté.

» L'alcaloïde de MM. Huebner et Wallach est donc un mélange de toluidine et de pseudotoluidine, c'est-à-dire des mêmes produits que l'on eût obtenus directement du toluène, par la méthode générale, sans passer par le dérivé bromé. On remarquera cependant que la proportion de toluidine contenue dans l'alcaloïde que nous venons d'analyser est moindre que celle que l'on eût obtenue en passant par le nitrotoluène, et on s'explique comment MM. Huebner et Wallach ne se sont pas aperçus de sa présence.

» La toluidine s'est évidemment formée aux dépens du bromotoluène β, et il résulte de cette observation des conséquences assez intéressantes. Le brome, en agissant sur le toluène, produit, comme l'acide nitrique, deux dérivés isomères. Le dérivé α contient le brome à la place même occupée par le groupe (NH^2) dans la toluidine; inversement, dans le dérivé β, le brome se trouve à la place occupée par le groupe (NH^2) dans la pseudotoluidine. Une autre remarque que l'on peut faire dès maintenant, c'est que le toluène donne naissance, par une première substitution, à au moins deux séries isomères, de même point d'ébullition, mais de point de fusion et de propriétés chimiques bien différents.

Les termes connus aujourd'hui sont :

Série α.		Série β.	
Un nitrotoluène fusible à	+ 66° C.	Un nitrotoluène encore liquide à	— 20° C.
Une toluidine »	+ 35° C.	Une toluidine »	»
Un bromotoluène »	+ 26° C.	Un bromotoluène »	»

» De ces six corps, on connaît, à l'état de pureté, ceux de la première série, et, dans la deuxième, la pseudotoluidine. Les nitro et les bromotoluènes liquides n'ont été obtenus par nous que saturés de leurs isomères cristallisables. Mais, d'après les recherches des auteurs que nous avons nommés, il est possible de passer d'une série à l'autre; le bromotoluène de la série α donne naissance à la toluidine β; on a donc là un moyen d'obtenir dans la suite à l'état de pureté les nitro et bromotoluène β.

» Un résultat dans cette direction paraît avoir été obtenu récemment par MM. Belstein et Kuhlberg (*Zeitschrift für chemie*, 1869, p. 281); en appliquant à la nitrotoluidine la méthode de M. Griess, les auteurs ont réussi à remplacer le groupe (NH^2) par H, et ils ont obtenu un nitrotoluène liquide, correspondant à une toluidine liquide.

» En suivant la même méthode, M. Wrobbosky (*loc. cit.*, p. 323) a obtenu un bromotoluène liquide; nous considérons, jusqu'à preuve du contraire, ces corps comme identiques avec ceux que nous venons de décrire.

» Ces recherches ont été faites au Laboratoire de l'École supérieure des sciences de Mulhouse. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Note sur la propylamine; par* **M. R.-D. Silva.**

« L'extrême difficulté que l'on a de se procurer l'alcool propylique de fermentation est cause que l'étude de ses composés n'a fait qu'un progrès à peine appréciable, depuis sa découverte par M. Chancel, en 1853. M. Wurtz ayant bien voulu me donner une certaine quantité d'iodure de propyle, préparé par M. Isidore Pierre et passant à la distillation entre 101 et 102 degrés, j'ai profité de cette circonstance pour préparer la propylamine. J'ai pour cela converti l'iodure de propyle en cyanate et cyanurate, à l'aide du cyanate d'argent, et j'ai décomposé le mélange de ces deux éthers par la potasse. La propylamine qui se produit dans ces conditions a été convertie en chlorhydrate, et ce sel, convenablement desséché, a été décomposé par la baryte anhydre, afin d'en retirer la base organique.

» J'ai ainsi obtenu un liquide doué d'une odeur fortement ammoniacale, très-alcalin, inflammable, colorant en bleu les solutions cuivriques, précipitant l'alumine de ses solutions salines, et dissolvant le préci-

pité comme le fait la potasse; précipitant les sels de magnésie, de nickel, de cobalt et de fer. Le point d'ébullition de ce liquide est placé entre 49 et 50 degrés, sous la pression de 761 millimètres, la température du baromètre étant égale à +19 degrés. Sa densité de vapeur, rapportée à l'air, déterminée par la méthode de Gay-Lussac, a été trouvée égale à 2,01 : la densité théorique est égale à 2,04. Ses poids spécifiques relatifs, à zéro et à +21 degrés, sont représentés par les nombres 0,7283 et 0,7134.

» Sa composition, déduite de l'analyse (1) inscrite en note, répond à la formule

$$\left.\begin{matrix}(CH^3\text{-}CH^2\text{-}CH^2)\\ H\\ H\end{matrix}\right\}Az.$$

» La propylamine que j'ai obtenue diffère de son isomère l'isopropylamine, préparée par M. Gautier, entre autres propriétés, par son point d'ébullition, celui de cette dernière base étant situé entre 31°,5 à 32 degrés, et aussi par l'aspect et la forme cristalline de son chloroplatinate.

» *Chloroplatinate de propylamine.* — Ce sel a été obtenu par la méthode ordinaire. Sa solution, d'un jaune orangé, m'a fourni de beaux cristaux orangés très-nets, dont la forme est celle d'un prisme clinorhombique, ainsi que cela découle de déterminations que je dois à l'obligeance de M. Friedel; de plus, en soumettant à l'action de la lumière polarisée une lame d'un cristal de ce sel double, obtenue par clivage, M. Friedel a pu constater que le plan des axes est parallèle à la diagonale horizontale et à peu près perpendiculaire au plan de clivage, et que la dispersion des axes est à peine sensible.

» La composition centésimale du chloroplatinate de propylamine conduit à la formule (2)

$$[C^3H^9Az,\ HCl]^2P + Cl^4.$$

---

(1) Analyse :

	Théorie.	Expérience.
Carbone	61,01	60,52
Hydrogène	15,26	15,61
Azote	23,73	»

(2) Analyse :

	Théorie.	Expérience.
Carbone	13,60	14,01
Hydrogène	3,78	4,04
Azote	5,28	»
Chlore	39,84	»
Platine	37,15	36,87

» En faisant agir l'hydrogène naissant sur le cyanure d'éthyle, M. Mendius a obtenu (1) de la propylamine. Il indique pour le point d'ébullition de son produit 49°,7, et pour forme cristalline de son chloroplatinate le prisme clinorhombique. On peut en conclure que la propylamine que j'ai obtenue est très-probablement identique avec celle de M. Mendius.

» La quantité relativement petite de matière dont je disposais m'a empêché d'obtenir le cyanate de propyle complétement exempt d'iodure; cependant, une des analyses d'un produit passant entre 90 et 92 degrés a fourni

Carbone	55,58
Hydrogène	8,57

au lieu de

Carbone	56,47
Hydrogène	8,23

qu'indique la théorie.

» Ce travail a été fait au laboratoire de M. Wurtz. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la constitution de la pseudotoluidine; par* **M. W. Kœrner.**

« Dans une Note précédente, j'ai eu l'honneur de faire connaître à l'Académie les résultats des expériences que j'avais entreprises en vue de préparer des isomères de la toluidine. A cette occasion, j'ai démontré que l'action de l'hydrogène naissant sur le bromotoluène mononitré, préparé avec le bromotoluène cristallisé, donne naissance à la formation d'un alcaloïde isomère à la toluidine ordinaire; j'ai fait voir, en outre, la grande ressemblance de la base nouvelle avec la pseudotoluidine de M. Rosenstiehl, de sorte que l'identité de ces deux corps n'est guère douteuse. Pour constater ce dernier point avec certitude, j'ai commencé à établir par l'expérience les rapports qui existent entre la pseudotoluidine et les séries des dérivés bisubstitués de la benzine. Voici les résultats obtenus. Si l'on traite une solution aqueuse de nitrate de pseudotoluidine, contenant un excès de ce sel en suspension, avec de l'acide nitreux, en prenant soin que le mélange soit bien refroidi, ce sel se dissout peu à peu et se transforme dans le nitrate d'un diazotoluène nouveau, sans qu'il se dégage de l'azote. En ajoutant un excès d'acide sulfurique dilué et refroidi à la solution formée, et en précipitant le tout avec de l'alcool absolu et de l'éther sec, on obtient le sulfate

(1) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. CXXI, p. 129; 1862.

de ce diazotoluène, en longues aiguilles aplaties et parfaitement blanches. Ce composé, chauffé au bain-marie avec de l'acide iodhydrique dilué, fournit une modification nouvelle du toluène mono-iodé qui correspond à la série des orthodérivés, et que l'on purifie facilement en le soumettant à la distillation après l'avoir lavé avec de l'eau et une solution aqueuse de potasse. Cet iodotoluène est incolore, liquide à la température ordinaire, et donne avec de l'acide nitrique un produit nitré bien cristallisé sans perdre de l'iode.

» Soumis à l'action d'un mélange de bichromate de potasse et d'acide sulfurique, il ne s'attaque que très-lentement, en se transformant en acide orthoiodobenzoïque, fondant à 172°,5. En même temps il se forme une petite quantité de biiodo-bicressyl. L'acide iodobenzoïque ainsi obtenu, fondu avec la potasse, se convertit en acide oxybenzoïque. Ce dernier correspond, comme je l'ai prouvé ailleurs, à l'hydroquinone, à l'acide nitrobenzoïque ordinaire, et à l'acide amidobenzoïque. On sait qu'en employant la même méthode à la toluidine ordinaire, je suis parvenu à ranger ce dernier dans la série des paradérivés (*Bulletin de la Soc. chim.*, nouv. série, X, p. 468). Les faits que je viens d'exposer conduisent, dès à présent, à des conclusions importantes pour la solution du problème de l'isomérie des différentes toluidines. La base de M. Rosenstiehl doit être envisagée comme ortho-amidométhylbenzine, pendant que la toluidine ordinaire pourrait être distinguée comme para-amidométhylbenzine, et l'on a les rapports suivants :

	Ortho-	*Para-*	*Méta-*
$C^6H^4.CH^3.AzH^2$.....	Pseudotoluidine.	Toluidine ordinaire.	*Manque* (1).
$C^6H^4.COOH.AzO^2$...	Ac. nitrobenzoïque.	Ac. nitrodracylique.	*Manque.*
$C^6H^4.COOH.AzH^2$...	Ac. amidobenzoïque.	Ac. amidodracylique.	Ac. anthranilique.
$C^6H^4.COOH.OH$....	Ac. oxybenzoïque.	Ac. para-oxybenzoïque.	Ac. salicylique.
$C^6H^4.OH.OH$......	Hydroquinone.	Resorcine.	Pyrocatéchine.
$C^6H^4.CH^3.OH$......	Orthocrésol (2).	Crésol du goudron....	*Manque.*
$C^6H^4.CH^3.AzO^2$.....	Nitrotoluène liquide.	Nitrotoluène cristallisé.	»

» Ces résultats sont en opposition avec ceux qui ont été obtenus par M. Rosenstiehl (*Comptes rendus*, séance du 5 juillet 1869), qui déduit de ses expériences que : « La toluidine correspond à l'acide amidobenzoique,

(1) Je me propose d'indiquer prochainement la méthode qui permet d'obtenir la toluidine et certains autres termes de la troisième série qui, jusqu'à présent, est la moins complète.

(2) Ce crésol s'obtient par l'action de l'eau sur le sulfate de l'orthodiazotoluène décrit plus haut. Il est identique avec celui que j'ai préparé synthétiquement en partant de l'orthobromophénol.

» la pseudotoluidine à l'acide amidodracylique et à l'acide anthranilique. »

» Ces différences s'expliquent, sans aucun doute, parce que l'action de l'acide iodhydrique sur ces acides amidés n'est pas aussi simple que ce savant l'admet, et que la toluidine et la pseudotoluidine obtenues de cette manière ne forment point les produits principaux de la réaction. Quant au fait mentionné par le même auteur, dans le même Mémoire, que le nitrotoluène cristallisé s'oxyde plus difficilement que le nitrotoluène liquide, et qu'il se transforme ainsi en acide nitrobenzoïque ordinaire, il repose sur une observation inexacte. Le nitrotoluène cristallisé, au contraire, est attaqué par un mélange oxydant beaucoup plus vite que l'autre, et ne fournit aucune trace d'acide nitrobenzoïque ordinaire, mais se convertit entièrement en acide nitrodracylique, qui s'obtient ainsi avec une grande pureté.

» En préparant la toluidine nouvelle au moyen du bromotoluène cristallisé, j'ai fait les observations suivantes, qui trouvent leur place ici. Le produit de l'action du brome sur le toluène contient, outre le bromure de benzyle et le bromotoluène cristallisable, au moins un autre, très-probablement même deux autres bromotoluènes isomères. En traitant ce mélange, après l'avoir débarrassé du bromure de benzyle avec de l'acide nitrique, on obtient un mélange liquide de deux nitrobromotoluènes, qui fournit à son tour, par la réduction, un mélange de deux alcaloïdes bromés. Le bromotoluène cristallisé ne donne, dans ces circonstances, qu'un seul produit nitré cristallisable, qui se transforme, par la réduction, en une seule base bromée, cristallisable et fondant à 27 degrés. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur l'expertise de l'ancienneté des manuscrits par l'étude de l'âge des encres.* Note de **M. Gaultier de Claubry**, présentée par M. Le Verrier.

« Dans le but de prononcer sur l'ancienneté d'une écriture, M. Carré a proposé un procédé dont l'application a semblé devoir conduire à des résultats si positifs qu'on a cru pouvoir, à son aide, affirmer que des écritures ont été tracées à des époques plus ou moins anciennes, et décider par là une question controversée devant l'Académie. Ce procédé est connu depuis longtemps déjà : sa valeur a pu être appréciée pour les conditions spéciales dans lesquelles son auteur, Lassaigne, l'avait appliqué, mais il est complétement impropre à résoudre la question, d'une manière abstraite.

» Lorsqu'un écrit est argué de faux devant la justice, deux cas peuvent

se présenter, ou l'ancienne écriture a été détruite en entier pour en substituer une nouvelle; ou bien on a effacé quelques parties seulement de l'écrit.

» Dans le premier cas, on a voulu donner à un écrit une date résultant de la nature du timbre qui, formé d'encre grasse, n'est pas altéré par les réactifs chimiques. C'est le lavage des papiers timbrés, qui a été exercé sur une très-grande échelle. Les experts chargés de l'examen d'écritures arguées de faux n'ont autre chose à faire, dans cette circonstance, que de rechercher l'existence de traces d'une ancienne écriture.

» Dans le second cas, assez fréquent, sur un acte ou un écrit quel qu'il soit, des faussaires ont effacé un ou plusieurs mots, et ce sont toujours des mots significatifs, noms, dates, sommes, etc., pour en substituer d'autres; et ici l'ancienneté relative des écritures peut devenir un très-important élément de l'expertise. Pour les billets qui ont servi de base à une expertise dans la succession Seguin et dans une autre dont nous fûmes chargés, M. Chevallier et moi, des sommes de *cinquante mille* francs avaient été converties en *cinq cent mille*.

» C'est sous ce dernier point de vue circonscrit que Lassaigne a considéré la question, et, dans ce cas, comme il existe un point de comparaison parfaitement caractérisé, l'*effaçage* plus ou moins facile des diverses parties de l'écrit offre des caractères d'une valeur parfaitement appréciable.

» Il en est tout autrement si, comme dans le procédé proposé par M. Carré, on fait agir un réactif sur une écriture dont toutes les parties ont été tracées avec la même encre.

» Ici nul moyen de comparaison; les caractères résisteront ou disparaîtront sans que rien permette de savoir si la résistance ou l'effaçage proviendront de la nature de l'encre employée, et dont la composition a singulièrement varié dans le nombre considérable de formules connues, sans comprendre celles qui n'ont pas été publiées, ou de l'ancienneté de l'écriture, des conditions dans lesquelles l'écrit a été conservé, etc., etc.

» Il existe d'ailleurs des moyens de donner à des écritures des caractères de résistance de nature à tromper complétement sur leur ancienneté réelle, mais qui, plus ou moins facilement applicables à l'ensemble d'un écrit, offrent, s'il s'agissait de quelques mots seulement, des difficultés de nature à dégoûter dans un grand nombre de cas le faussaire, et dont les conséquences sont toutes à l'avantage du procédé Lassaigne.

» Celui qu'a proposé M. Carré est donc absolument impropre par sa généralité à fournir des résultats exacts, et son application, en supposant que des moyens de *vieillir* les écritures n'aient pas été mis en usage, ne

peut qu'induire en erreur si l'on prétend le faire servir à décider à quelle époque a été tracé un écrit, la nature de l'encre employée étant entièrement inconnue. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de l'aldéhyde crotonique; par* **MM. E. Paterno et D. Amato.**

« Il y a quelques mois, l'un de nous, dans un Mémoire sur l'action du phosphore sur l'aldéhyde bichlorée (1), exprima l'opinion qu'il fallait expliquer la formation de l'oxychlorure d'éthylidène en admettant que, dans l'action de l'acide chlorhydrique sur l'aldéhyde, il se forme auparavant du chlorure d'éthylidène, qui, se trouvant à la présence d'un excès d'aldéhyde, s'y ajoute molécule par molécule.

» Pour constater cela nous avons échauffé, dans des tubes scellés, de l'aldéhyde avec du chlorure d'éthylidène. Une réaction s'est produite, mais dans un sens différent de ce qu'on attendait; nous n'avons pas encore fait une étude complète des produits qui se sont formés, mais il paraît qu'au delà de l'aldéhyde et du chlorure d'éthylidène inaltéré, il s'obtient de l'oxychlorure d'éthylidène, de l'élaldéhyde et de l'*aldéhyde crotonique*, qui est le produit principal. Sa formation s'explique facilement au moyen de l'équation suivante :

$$CH^3\text{-}CHO + CH^3\text{-}CHCl^2 = CH^3\text{-}CH = CH\text{-}CHO + 2HCl.$$

» La production de l'oxychlorure d'éthylidène pourrait être due à l'action de l'acide chlorhydrique, qui se forme dans cette dernière réaction, sur l'aldéhyde inaltérée, et il paraît être en relation intime avec la quantité d'aldéhyde qui s'emploie relativement à celle du chlorure d'éthylidène.

» Jusqu'à présent, nous n'avons pas réussi à préparer par cette méthode l'aldéhyde crotonique à l'état de pureté, mais nous l'avons seulement obtenue à l'état d'une huile d'une densité peu différente de celle de l'eau, d'une odeur très-irritante et volatile au-dessus de 90 degrés. Cette huile exposée à l'air nous a donné un acide cristallisé, soluble dans l'eau, qui présente le point de fusion et tous les autres caractères qui distinguent l'acide crotonique obtenu pour la première fois par MM. Will et Kœrner, en partant du cyanure d'allyle préparé par le myronate de potasse, et ensuite par M. Claus en partant du cyanure d'allyle artificiel.

---

(1) *Giornale di Scienze naturali ed economiche*, vol. V; Palerme, 1869.

» Nous étions occupés à mieux étudier l'aldéhyde crotonique et ses dérivés lorsque nous avons lu un travail de M. Kekulé sur le même sujet (1), ce qui nous a déterminés à publier les résultats que nous avions obtenus, quelque incomplets qu'ils soient. Dans ce Mémoire très-important, M. Kekulé démontre que le composé C^4H^6O, obtenu dix ans auparavant par M. Lieben, par l'action des affinités faibles sur l'aldéhyde, n'est autre chose que l'aldéhyde crotonique.

» A la vérité, nous ne pouvons nous passer de dire que nous aussi nous avions pensé cela dès le commencement de nos recherches, et que M. Lieben même, depuis longtemps, ne considérait plus ce corps comme $\left.\begin{matrix}C^2H^3\\C^2H^3\end{matrix}\right\}O$, mais il était convaincu que c'était un produit de condensation au moyen des affinités de carbone; ce qu'il était impossible de prévoir, à l'époque dans laquelle M. Lieben fit son travail.

» Nous nous proposons d'étudier mieux la réaction dont on vient de parler, et de l'appliquer aux autres termes de la série grasse et à la série aromatique, et nous faisons remarquer, dès à présent, que dans le cas où cette réaction est générale, elle peut s'employer à faire la synthèse des acides naturels de la série acrilique, aussi bien que de leurs isomères, et que, par exemple, il s'obtiendrait deux produits différents en faisant agir le chlorure d'éthylidène sur l'aldéhyde propylique, ou en faisant agir le chlorure de propylidène sur l'aldéhyde acétique. »

PHYSIOLOGIE. — *Note relative aux nerfs sensitifs qui président aux phénomènes réflexes de la déglutition; par* **MM. Aug. Waller** *et* **J.-L. Prevost.**

« En électrisant d'une manière continue, au moyen d'un courant induit de faible intensité (2), le bout central de l'un des nerfs laryngés supérieurs, nous avons constaté qu'il se produit, outre l'arrêt du diaphragme en expiration qu'a signalé M. le professeur Rosenthal de Berlin, des mouvements de déglutition qui offrent un caractère rhythmique.

(1) *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft zu Berlin.* Zweiter Jahrgang, S. 365, juillet 1869.

(2) Le courant induit que nous avons le plus souvent employé dans ces expériences est celui d'un grand appareil de du Bois-Raymond, avec la modification d'Helmholtz : 1 élément moyen de Daniell et une distance d'environ 10 centimètres des bobines. Ce courant peut produire la contraction musculaire par l'excitation nerveuse, mais est habituellement trop faible pour faire contracter par action directe un muscle mis à nu.

» Ces mouvements se traduisent par une ascension en masse du larynx, due à la contraction des muscles du pharynx à laquelle succède, une demi-seconde environ plus tard, une contraction de l'œsophage.

» Ces mouvements de déglutition offrent un rhythme régulier et se répètent environ de 15 à 20 fois en une minute. Ils se succèdent en général plus rapidement au début de l'électrisation. Cette rapidité augmente quand on se sert de courants d'intensité plus considérable; mais l'excitabilité du nerf ne tarde pas alors à s'épuiser, et il faut attendre pendant quelques minutes pour observer le phénomène avec sa netteté initiale.

» Avec chaque mouvement rhythmique d'ascension du larynx (*déglutition*), coïncide un léger soulèvement saccadé de l'épigastre, dû à une faible contraction comme convulsive du diaphragme, que l'on pourrait comparer au hoquet.

» Des mouvements de déglutition peuvent être provoqués par l'excitation mécanique de l'un des nerfs laryngés supérieurs, mais la déglutition rhythmique ne s'observe que lors de l'excitation électrique du nerf.

» Nous avons observé ces phénomènes sans exception sur un grand nombre de lapins, sur des chiens, des chats, des cochons d'Inde.

» Nous attirons l'attention sur l'intérêt physiologique que présente un nerf dont l'excitation produit simultanément un relâchement du diaphragme, une contraction de la glotte et un mouvement de déglutition. Les accidents qui pourraient se produire pendant la déglutition de l'aspiration thoracique due à la contraction du diaphragme sont ainsi évités.

» Nous avons pu saisir un intervalle très-appréciable entre le moment où se produit, lors de l'application des pôles sur l'un des nerfs laryngés supérieurs non sectionné, la contraction du muscle crico-thyroïdien, due à l'excitation du rameau nerveux musculaire, et la déglutition, due à une action réflexe. Le nerf laryngé supérieur pourrait ainsi servir à calculer la vitesse de l'action nerveuse.

» Cette première série de faits nous a conduits à rechercher quels sont les nerfs sensitifs qui président aux mouvements de déglutition.

» Nos expériences, que nous ne détaillerons pas ici, ont surtout consisté à rechercher, après l'ouverture des cavités laryngée, pharyngienne et buccale, quelles sont les parties dont l'excitation donne lieu à la déglutition, et à éliminer graduellement cette action par la section de diverses branches nerveuses.

» Il résulte de ces expériences, limitées jusqu'à présent au lapin, que :

» 1° Le nerf *glosso-pharyngien* ne contribue pour rien, chez le lapin, aux fonctions réflexes de la déglutition;

» 2° Le nerf *trijumeau*, en animant le voile du palais, est le principal nerf sensitif présidant à la déglutition : après la section de l'un de ces nerfs, on ne peut plus provoquer la déglutition en excitant la moitié correspondante du voile du palais;

» 3° Le nerf *laryngé supérieur* contribue aux fonctions réflexes de la déglutition en animant la muqueuse qui recouvre l'épiglotte, les replis aryténo-épiglottiques, celle qui tapisse les bords supérieurs de l'ouverture laryngée et principalement celle qui recouvre les cartilages corniculés;

» 4° Le nerf *récurrent* contribue aussi, par ses rameaux sensitifs, aux fonctions réflexes de la déglutition, probablement par les branches qu'il envoie à la partie supérieure de l'œsophage. L'excitation électrique de ce nerf nous a souvent donné des mouvements rhythmiques de déglutition, et un arrêt du diaphragme en expiration, mais ces phénomènes sont moins nets et moins constants que par l'excitation du nerf laryngé supérieur.

» Nous ajouterons, à cette Communication succincte que nous avons l'intention de compléter plus tard, que, chez le chien, l'électrisation du nerf laryngé supérieur a quelquefois produit de la toux, phénomène que nous avons aussi observé chez le chat. Elle n'a jamais causé de vomissements, qui sont facilement provoqués, au contraire, par l'excitation du bout central du nerf vague. »

PHYSIQUE VÉGÉTALE. — *Respiration des plantes submergées, à la lumière d'une bougie; lieu de formation des gaz.* Note de **M. Ph. Van Tieghem**, présentée par M. Decaisne.

« En poursuivant la série de recherches sur le mode de respiration des plantes phanérogames submergées, dont les premiers résultats ont été communiqués à la Société Botanique le 9 novembre 1866 et à l'Académie le 18 novembre 1867, j'avais remarqué que, si l'on se sert d'une bougie pour compter les bulles dégagées par la plante pendant qu'elle est soumise à l'obscurité après un certain temps d'insolation, on voit le dégagement s'accélérer chaque fois qu'on rapproche la bougie à une petite distance du vase, se ralentir au contraire chaque fois qu'on l'en éloigne. La lumière de la bougie exerce donc par elle-même une action sur la respiration de la plante. Cette observation, qui date des premiers jours de janvier 1868, fut le point de départ d'une série d'études sur l'action des sources artifi-

cielles de faible intensité dont M. Famintzin avait déjà, en se servant de la lampe au pétrole, reconnu l'efficacité pour opérer la réduction de l'acide carbonique, la fixation du carbone et la formation de l'amidon dans les Spirogyres (1). Le désir de compléter ce travail m'a fait retarder la Communication de mes résultats à l'Académie; mais, après la Note de M. Prillieux insérée au *Compte rendu* de la dernière séance, peut-être me sera-t-il permis encore de les publier pour constater l'indépendance de mes recherches et conserver le droit de les poursuivre dans la voie toute particulière où je les ai entreprises.

» Le 13 janvier 1868, une branche de *Ceratophyllum demersum* est exposée au soleil de $10^h 30^m$ à $11^h 30^m$ du matin, dans le milieu même où elle s'est développée. A 8 heures du soir, dans l'obscurité la plus profonde, le dégagement gazeux continue encore; en plaçant une bougie à 2 mètres du vase et disposant l'œil dans la direction des rayons réfléchis par les bulles, on compte 40 bulles par minute à l'extrémité inférieure de la branche. On approche alors la bougie à 10 centimètres du vase et en face du sommet du rameau : après cinq minutes d'action, on compte 60 bulles par minute; après dix minutes, 66; après quinze minutes, 68; puis ce nombre se maintient constant. L'effet de la lumière de la bougie à cette distance se mesure ainsi par un dégagement de 28 bulles en une minute. On écarte la bougie à la distance de 20 centimètres, et après cinq minutes on compte 50 bulles; après dix minutes, 48; soit 8 bulles pour l'accélération actuelle, c'est-à-dire un effet quatre fois moindre à une distance double. L'accélération est proportionnelle à l'intensité de la lumière incidente. En ramenant la bougie à la distance précédente on trouve de nouveau, après cinq minutes d'action, 60 bulles par minute. Les choses demeurant dans cet état, à $11^h 30^m$ du soir on a encore 52 bulles par minute; à $1^h 30^m$ du matin, 43 bulles; à $2^h 30^m$, 35 bulles.

» Varions maintenant la nature de la source. Le 14 janvier 1868, une branche de *Ceratophyllum* est soumise le matin à une courte insolation dans le vase où elle s'est développée, puis abandonnée à la lumière diffuse. A $4^h 15^m$ du soir elle dégage 160 bulles par minute; à $4^h 50^m$ le jour tombe, et l'on a 124 bulles; à 6 heures, à l'aide d'une bougie à 2 mètres, on compte 106 bulles; à 8 heures, dans les mêmes conditions, 30 bulles. On approche alors à 10 centimètres du vase, et en face du bourgeon terminal, une petite lampe à huile, à mèche plate et munie d'un réflecteur : il y a

(1) *Mélanges biologiques de l'Académie de Pétersbourg*, t. V, 1865, et t. VI, 1866 et 1867.

accélération immédiate, et l'on compte successivement de cinq en cinq minutes : 75, 90, 104, 120, 128 bulles; puis ce nombre demeure constant. L'accélération produite par la petite lampe à cette distance est de 98 bulles par minute. On écarte la lampe à 20 centimètres, et l'on compte successivement à cinq minutes d'intervalle : 94, 76, 62, 55 bulles; l'accélération actuelle est de 25 bulles, c'est-à-dire quatre fois moindre à une distance double. Les choses demeurant ainsi, on compte à $10^h 30^m$ 52 bulles; à 2 heures du matin, 40 bulles; à 6 heures, 28; à 8 heures, 25. Le soleil levant commence à agir sur la plante vers $8^h 30^m$, et à 9 heures on a 54 bulles; à 10 heures, 168 bulles, et ce nombre continue de croître.

» Cette expérience nous conduit, avec notre petite lampe, au même résultat que la précédente avec la bougie, mais en outre elle nous montre mieux encore qu'on peut, avec une lumière artificielle d'aussi faible intensité, non-seulement accélérer le phénomène respiratoire pendant qu'il s'accomplit dans l'obscurité, sous l'influence de l'insolation primitive, mais le prolonger au delà des limites où il s'arrêterait spontanément et le continuer durant toute une longue nuit d'hiver jusqu'au retour de la lumière solaire.

» Il devenait dès lors probable que les mêmes sources de lumière suffiraient à provoquer le dégagement, une fois qu'il aurait cessé par épuisement de l'action solaire primitive; c'est ce que démontrent les expériences suivantes. Le 15 janvier 1868, une branche de *Ceratophyllum* a reçu le soleil de 9 à 11 heures du matin; le dégagement gazeux très-vif continue ensuite à la lumière diffuse, et, à $4^h 45^m$, on compte encore 170 bulles à la minute; puis le jour tombe, le dégagement se ralentit et à 8 heures du soir il a cessé. A $8^h 15^m$ on approche une bougie à 10 centimètres; après cinq minutes d'action, les premières bulles apparaissent; il s'en échappe 25 dans la première minute et, à $8^h 30^m$, on en obtient 48 par minute. Sur une autre branche traitée de la même manière, et soumise à l'action de la petite lampe à la même distance, on obtient, après dix minutes, 128 bulles par minute.

» Le même jour, une branche d'*Elodea canadensis* est soumise à l'insolation de 9 à 11 heures du matin, puis abandonnée à la lumière diffuse. A $4^h 45^m$ le dégagement est de 160 bulles à la minute; à $8^h 45^m$ il a cessé. Éclairée à 9 heures par la petite lampe à la distance de 10 centimètres, la plante dégage, après dix minutes d'action, 115 bulles par minute. Le *Vallisneria spiralis* a donné, dans les mêmes conditions, un résultat analogue.

» Il résulte de tout ce qui précède que, pour les trois plantes submergées

dont nous avons parlé, la faible lumière de la bougie ou de la petite lampe à mèche plate suffit pour déterminer, à petite distance, la décomposition de l'acide carbonique par la chlorophylle et le dégagement d'oxygène qui en est la conséquence.

» Dans toutes ces expériences on a pris soin d'éviter, par l'interposition d'un écran d'eau, l'échauffement du liquide où la plante est plongée.

» Nous avons dit qu'il faut, pour obtenir à une distance donnée le *maximum* d'effet, placer la source en face du bourgeon terminal de la branche de *Ceratophyllum*, sur laquelle on expérimente, de manière à concentrer l'action lumineuse sur ce sommet. Cette condition est, en effet, loin d'être indifférente. Divisons le vase qui contient la branche en expérience en deux compartiments par une planchette de bois formée de deux moitiés échancrées au milieu de leur bord en contact, et plaçons la plante de manière que l'écran que sa tige traverse par sa petite ouverture centrale la divise en deux parties égales, puis éclairons tour à tour et exclusivement l'une ou l'autre moitié avec la bougie; si c'est la moitié inférieure de la branche qu'on éclaire, le résultat, tant pour accélérer le phénomène s'il se prolonge à l'obscurité que pour le déterminer de nouveau s'il a cessé, est très-faible ou presque nul; si c'est la moitié supérieure et notamment l'ensemble des feuilles qui se pressent les unes sur les autres dans le bourgeon terminal, l'intensité du dégagement est sensiblement la même que si l'on éclaire la plante entière. Cette expérience donne le même résultat au soleil si l'on enveloppe tour à tour et complétement chacun des compartiments d'un étui de papier noir. Elle prouve que c'est dans la région supérieure de la tige, dans ses feuilles les plus jeunes et surtout dans son gros bourgeon terminal que se concentre l'activité réductrice; c'est là que le gaz se forme en presque totalité pour converger ensuite dans la tige et venir, en y descendant, se dégager par les orifices lacunaires de la section inférieure.

» C'est encore ce que démontre d'une autre manière l'expérience suivante. Le 21 janvier 1868, une branche de *Ceratophyllum* ayant, outre l'amas de feuilles du bourgeon terminal, 22 verticilles distincts, est soumise au soleil dans le milieu où elle s'est développée. Ramenée à la lumière diffuse, elle dégage 162 bulles par minute. On coupe alors un à un les verticilles de feuilles à partir du plus inférieur, et l'on compte à chaque fois les bulles qui s'échappent en une minute par la section inférieure du rameau ainsi de plus en plus écourté; la diminution éprouvée donne la part d'action du verticille enlevé dans le phénomène total. Or, après la section des 11 premiers verticilles, on n'observe qu'une diminution insensible, et la branche ainsi ré-

duite de près de moitié dégage encore 158 bulles par minute : la moitié inférieure du rameau ne contribue donc presque pas à la formation du gaz; après l'ablation des 4 verticilles suivants, on a encore 150 bulles; la diminution est bien faible encore, mais elle augmente pour les feuilles supérieures, et après la séparation du dix-neuvième verticille on n'obtient plus que 135 bulles; enfin, après la section de 22 verticilles et lorsqu'elle est réduite aux feuilles qui constituent son gros bourgeon, la branche dégage encore 120 bulles par minute. Ainsi les trois quarts du dégagement total appartiennent aux feuilles du bourgeon terminal, et le reste revient, par quantités décroissantes, aux verticilles insérés sur la moitié supérieure de la tige. L'étude de la respiration isolée de chacun des verticilles séparés permet d'ailleurs de reconstituer le phénomène total et de contrôler ainsi la première expérience.

» Nous avons maintenant à chercher dans la plante l'explication de ce résultat, puis à étudier comment elle se comporte quand on dissout dans l'eau une quantité de plus en plus considérable d'acide carbonique, de manière à saturer le liquide et même à le sursaturer; c'est ce qui fera l'objet d'une Communication prochaine. »

PHYSIOLOGIE. — *Action du chloral sur l'économie.* Note de **M. O. Liebreich**, présentée par M. Wurtz.

« Dans les recherches qui ont été faites jusqu'ici sur les substances médicamenteuses, les savants ont surtout dirigé leur attention sur les phénomènes qu'elles provoquent; mais ils n'ont pas recherché de quelle façon se comportent les divers groupes d'atomes qui composent la molécule d'un corps organique. Des considérations chimiques nous amènent à regarder en général les substances organiques comme composées par les restes associés de plusieurs autres substances organiques. A ce point de vue, il importait de rechercher dans quelle mesure les corps composants déploient leurs effets propres dans l'organisme, après leur dédoublement. Ce qui ajoute à la difficulté de ces recherches, c'est que, dans la plupart des cas, la démonstration chimique fera défaut; car à mesure que les produits de décomposition se forment, ils subissent aussitôt des modifications chimiques ultérieures. Aussi ai-je cru devoir introduire dans l'organisme des corps dont le produit de décomposition exerce un effet bien connu.

» Au premier rang des substances propres à ces recherches, qui ont pour but la solution d'une question élémentaire, se placent le *chloral* et les *sels*

trichloracétiques. Le chloral doit être considéré comme l'aldéhyde trichloruré. De même que l'acide trichloracétique, ce corps, dissous dans un liquide alcalin, se décompose pour former du *chloroforme*, d'après la formule

$$C^2Cl^3OH + KaHO = CCl^3H + CHO^2Ka.$$

» On sait que, dans l'organisme, l'alcool, l'aldéhyde et l'acide acétique sont soumis à une oxydation complète, dont les derniers produits sont l'acide carbonique et l'eau. On pouvait donc prévoir que, pour le chloral également, il surviendrait une décomposition en ses derniers produits d'oxydation, et l'on devait se demander si le chloroforme, produit intermédiaire de cette série, exercerait son action dans l'organisme.

» Pour décider cette question sur l'homme et sur les animaux, je me suis servi, comme de la préparation la plus commode, de l'*hydrate de chloral* $CCl^3HO + H^2O$: c'est à ce composé que se rapportent les doses que j'indiquerai. Je commençai par constater son effet chez des animaux. Les grenouilles entrent d'abord dans la période de sommeil, puis survient la période de l'anesthésie; les doses mortelles produisent une paralysie du cœur. C'est donc un effet complétement analogue à l'effet du chloroforme, tel qu'il a été récemment établi par M. Claude Bernard. En premier lieu, son action s'exerce sur les cellules ganglionnaires du cerveau, puis sur la moelle épinière; enfin, dans les cas terminés par la mort, elle atteint les cellules ganglionnaires du cœur. Chez le lapin, j'observai des effets tout semblables. Chacune des périodes que je viens d'indiquer a une durée assez longue. Un lapin de grande taille reçut en injection hypodermique 135 centigrammes d'hydrate de chloral. L'animal dormit de 7^h30^m du soir jusqu'au lendemin vers midi. A son réveil, il se mit à manger avec avidité.

» Le succès complet de ces expériences chez des animaux devait m'encourager à les répéter sur l'homme.

» Le chloral est soluble dans l'eau; comme dans cette solution il n'exerce aucun effet irritant, il doit se prêter fort bien à l'absorption dans l'économie. Cette propriété me détermina à me servir d'abord d'injections sous-cutanées.

» *Observation I.* — Un aliéné atteint d'épilepsie, tourmenté par des conceptions délirantes avec insommie, reçut en injection 157 centigrammes de notre substance. Cinq minutes après, il tomba dans un sommeil profond, qui persista quatre heures et demie. Après s'être réveillé, le malade prit son repas comme d'ordinaire.

» Voici deux autres observations dans lesquelles la substance a été introduite par les voies digestives :

» *Observation II.* — Witt, employé de chemin de fer, trente-trois ans. Écrasement du pied gauche. Entré le 24 avril 1869, à l'hôpital de la Charité de Berlin, service du professeur Bardeleben.

» Le 14 juin, le malade se trouvait à l'issue d'une pleurésie. Il toussait beaucoup, avec expectoration catarrhale. Il a reçu du chlorhydrate de morphine en poudre et en injections, sans aucun effet soporifique; pouls, 180; resp., 28 à la minute.

» A $6^h 15^m$ du soir, je lui administre à l'intérieur 210 centigrammes d'hydrate de chloral; pouls, 186; resp., 30.

» $6^h 19^m$: pouls, 144; resp., 36.

» $6^h 20^m$: le malade se sent fatigué; il dit qu'il a une forte constitution, que néanmoins le remède commence déjà à agir.

» $6^h 21^m$: pouls, 144, resp., 38; le malade se couche et se prépare à dormir.

» $6^h 25^m$: ses yeux clignent fréquemment.

» $6^h 26^m$: il laisse tomber ses paupières supérieures, mais pour les rouvrir aussitôt; il fait agir son muscle sourcillier.

» $6^h 27^m$: la fente palpébrale diminue sensiblement de grandeur.

» $6^h 29^m$: yeux fermés; le malade dort.

» $6^h 30^m$: pouls plus plein, 144. On n'a pas pu compter les mouvements respiratoires, parce que le malade a toussé et craché; en même temps il a ouvert les yeux, mais s'est aussitôt rendormi.

» $6^h 32^m$: resp., 37.

» $6^h 45^m$: pouls, 142; resp., 36.

» $6^h 46^m$: il ouvre les yeux.

» $6^h 48^m$: il les referme et se rendort.

» A partir de ce moment, il dort ainsi jusqu'à 9 heures. Il se réveille alors et dit qu'il a bien dormi. Il n'accuse ni maux de tête, ni aucun autre symptôme fâcheux. Pouls, 134, resp., 30. Après avoir répondu à plusieurs questions, le malade retombe de nouveau dans le sommeil.

» Je reviens le visiter à $5^h 30^m$ du matin, et je le trouvai dormant. Le bruit de mon arrivée le réveilla, mais il se rendormit aussitôt en ma présence. Il se réveilla définitivement à $7^h 45^m$, et prit son déjeuner. Questionné au sujet de son état, le malade répond qu'il a bien dormi et qu'il se sent très-réconforté.

» *Observation III.* — Service du professeur Bardeleben (Charité).

Henriette P..., 34 ans, est atteinte d'une arthrite aiguë extrêmement douloureuse du poignet droit. Bien que cette articulation fût maintenue immobile par un appareil plâtré, elle était tellement sensible, que le moindre attouchement, par exemple l'application d'une vessie légère contenant de la glace, produisait des douleurs considérables.

» A $10^h 50^m$ du matin, j'administre à la malade 2 grammes d'hydrate de chloral dans un verre d'eau. Après dix minutes, elle ferma les yeux et offrit l'aspect d'un sommeil calme. Quand on l'appelle, elle ouvre les yeux, mais pour les refermer aussitôt. Sur notre demande elle montre sa langue, mais la retire immédiatement et continue à dormir tranquillement. On touche le poignet malade; elle se réveille alors sans toutefois donner des signes de sensation douloureuse. Elle se rendort tout de suite. Cependant une pression d'une certaine force exercée sur l'articulation malade provoque dans la physionomie quelques signes de douleur. Après que la malade se fut rendormie, et dans le but de mieux immobiliser l'articulation, on entoura l'extrémité souffrante d'un cataplasme de plâtre, et on enroula celui-ci de tours de bandes, opération à laquelle, suivant M. le Dr Berkowsky, on avait dû jusque-là renoncer, parce qu'elle produisait de trop fortes douleurs. Pendant l'application de ce bandage, la malade ouvre plusieurs fois les yeux, regarde son membre souffrant, mais n'exprime aucune douleur. L'application terminée, elle se rendort tranquillement; elle ne se réveille qu'à midi 20 minutes, et demande à boire, elle se sent parfaitement bien, prétend avoir dormi avec calme et sans avoir de rêves; elle ne sait rien du changement de l'appareil qui a été opéré pendant l'état narcotique. Répondant à nos questions, elle affirme n'éprouver aucun symptôme désagréable de quelque nature que ce soit.

» Il ressort de ces expériences que l'effet du médicament survient avec une grande précision, et ne s'accompagne d'aucun phénomène fâcheux, comme l'effet de la morphine par exemple. J'espère pouvoir rendre compte sous peu de nouvelles études faites sur l'homme avec ce nouveau médicament. »

ZOOLOGIE. — *Sur le mode de reproduction d'une espèce de poissons de la Chine.* Note de **M. Carbonnier**, présentée par M. Aug. Duméril.

« Ces poissons, au nombre de dix-sept, dont douze mâles et cinq femelles, me furent remis, le 10 juillet dernier, par M. Eug. Simon, consul de France, à Ning-Po, qui les avait recueillis dans les rizières de Canton. C'était, avec

quelques autres d'espèces différentes, tout ce qui lui restait d'une centaine d'individus qu'il avait au départ.

» Ce seul fait du reste, de la conservation des dix-sept poissons, après une longue traversée, prouve en faveur de la vitalité et de l'acclimatation probablement aisée de cette espèce, encore totalement inconnue de nos naturalistes.

» Ces poissons paraissent appartenir au genre du groupe des Labyrintiformes *macropodes*. Longs de 7 à 8 centimètres, ils sont remarquables par la richesse et la variété des nuances de leurs écailles, qui prennent à la fois ou successivement toutes les couleurs du spectre solaire; mais la particularité la plus importante, au point de vue de la science, c'est leur mode d'accouplement et d'incubation des œufs.

» Aux approches de la ponte, le mâle, étalant ses nageoires, fait la roue devant la femelle, qui ne semble pas indifférente à ce manége provoquant. Celui-ci commence alors les préparatifs de la ponte. Humant à la surface un globule d'air, il rejette une petite bulle qui monte et ne crève point, consolidée peut-être par un peu de mucus que sécrète la bouche du poisson. Continuant sans trève cette manœuvre, il forme ainsi sur l'eau une sorte de plafond d'écume, épais quelquefois d'un centimètre. C'est là le réceptacle futur des œufs, l'appareil à incubation. Alors a lieu l'accouplement; et ce mot n'est pas exagéré, bien qu'il s'agisse de poissons, comme on va le voir.

» A un moment donné, le mâle se courbe en arc de cercle, et la femelle qui se tient verticalement, la tête en haut, vient placer la partie inférieure de son corps dans l'anneau incomplet formé par le mâle. Celui-ci étalant et contractant alors ses nageoires, la saisit, la renverse, et la pressant contre lui, fait pondre ses œufs, qui, au sortir, se trouvant tout à fait dans le voisinage des organes génitaux du mâle, en reçoivent les principes fécondants.

» L'accouplement se fait au milieu du liquide, directement sous le toit d'écume. Les poissons enlacés descendent jusqu'à quinze ou vingt centimètres au-dessous de la surface de l'eau. Alors la ponte est faite, en partie du moins; les deux animaux se séparent et les œufs flottent çà et là. J'ai dit que la ponte était faite en partie, car l'accouplement ayant lieu toujours de la même façon, se renouvelle plusieurs fois dans la même journée. Dès que les œufs ont été fécondés, le mâle chasse la femelle, qui, devenue craintive, diminuée de volume et décolorée, s'écarte et reste immobile, tandis que le mâle procède à d'autres soins qui ne constituent pas la particularité la moins curieuse des instincts de ce poisson.

» Il recueille patiemment dans sa bouche les œufs épars de tous côtés et

les porte sous le toit d'écume, qui devient alors, pendant une dizaine de jours, l'objet constant de sa sollicitude. Sans même prendre d'aliments, il passe son temps à surveiller ce réceptacle de sa progéniture. Dès qu'un vide se forme, il le comble à l'aide de nouvelles bulles; il retire des œufs là où ils lui paraissent en trop grand nombre, et les porte dans des endroits dégarnis; à coups de tête, il disperse les œufs trop accumulés. Lorsque l'éclosion s'est faite, il veille avec le même soin sur les jeunes embryons; il fait la chasse à ceux qui quittent le toit protecteur, et, les prenant dans sa bouche, il les y rapporte; il ne cesse cette surveillance continue que lorsque le trop grand nombre des fuyards lui annonce que son rôle est fini et que la jeune famille peut se passer de sa protection. Cette dernière observation est conforme à celle que M. Coste a faite pendant la nidification de l'épinoche.

» L'éclosion se fait entre la soixante-deuxième et la soixante-cinquième heure après la ponte. Examinés au microscope vingt-quatre heures après, les œufs présentent une partie transparente, et dans la partie opposée, on voit comme deux sphères emboîtées l'une dans l'autre. Quarante-huit heures après, on voit battre le cœur.

» Au moment de l'éclosion, l'embryon n'est point à l'état parfait, il ressemble à un têtard de grenouille; la queue seule est libre, mais la tête, le tronc et la vésicule ombilicale restent enfermés dans une sorte de sphère, au travers de laquelle on voit distinctement les yeux, mais sans trace visible de bouche; celle-ci se forme seulement entre le deuxième et le troisième jour. Cinq jours après, c'est-à-dire huit jours après la naissance, la vésicule est résorbée et l'animal est complétement formé.

» La plus grande difficulté est de trouver la nourriture convenable pour ces jeunes animaux. Ils ont alors au plus quatre ou cinq centimètres de long, et semblent ne vouloir que des proies vivantes, car ils refusent obstinément toutes les matières alimentaires qui ne remuent point.

» Quant aux poissons adultes, ils ne paraissent pas se borner à une seule ponte : les mêmes individus en ont déjà donné trois, et il suffit de cinq jours pour que la femelle ait repris la rotondité d'abdomen qui annonce la maturité des œufs. Il est donc probable que cette espèce fait une ponte environ tous les huit jours, pendant la saison chaude. Pendant la durée de ces observations, la température de l'eau n'a guère varié que de 22 à 23 degrés.

» En résumé, l'acclimatation de ce poisson est un fait probable, et son mode de reproduction révèle plusieurs faits nouveaux, qui, je l'ai pensé, n'étaient point sans quelque intérêt scientifique. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Préservation de l'action dégradante des cryptogames sur les pierres, par l'oxyde ou les sels de cuivre.* Note de **M. Eug. Robert.** (Extrait.)

« Quand on visite un parc tel que celui de Versailles, on est étonné d'y rencontrer des marbres d'une fraîcheur extrême, à côté de marbres profondément altérés; et cependant, tous ces marbres ont été taillés non-seulement à la même époque, mais dans les mêmes blocs de pierre. Pourquoi donc ce contraste si grand?

» Nous ferons d'abord remarquer que les marbres qui sont le plus altérés sont ceux que certains lichens, notamment le *Lepra antiquitatis*, ont envahis. Ces croûtes végétales, en s'introduisant entre les particules de la pierre, s'y fixent solidement. Les plus beaux marbres saccharoïdes, les plus homogènes, ne sont pas exempts de cette souillure, favorisée encore par la poussière qui se dépose entre les apothèces ou apothécions du cryptogame et le fertilise (1); ce dépôt est tel que la blancheur des statues, des socles, disparaît quelquefois sous une enveloppe grisâtre.

» Plusieurs des plantes incrustantes qui se développent sur les pierres étant essentiellement hygrométriques (nous avons vu, en Islande, des lichens former de la gelée à la surface des roches volcaniques où ils s'étaient implantés), il doit en résulter que, dans les variations et abaissements de température, ces plantes, après avoir augmenté de volume sous l'influence des brouillards, de la pluie ou du dégel, doivent agir à la manière de petits coins, introduits dans les interstices de la pierre. Néanmoins, si l'on ne consultait que l'art, cet envahissement des statues par un cryptogame ne serait peut-être pas très-regrettable, car on peut le considérer, jusqu'à un certain point, comme un obstacle à des causes de destruction plus puissantes, telles que chocs, frottements violents; mais au point de vue du bon entretien des parcs, des places publiques, qui exige la propreté des marbres décoratifs, il est d'usage de les gratter ou de les frotter de temps en

---

(1) Dans bien des cas, comme on l'a déjà reconnu autrefois, la poussière est emprisonnée par les toiles d'une araignée du genre *Epeire*, qui établit ordinairement sa demeure dans les cavités (moules intérieurs) que laissent les coquilles fossiles lors de la taille des pierres; mais ce genre de souillure, qu'on prendrait volontiers pour des éclaboussures, ne s'observe guère que sur les murailles des grands édifices, où ils choquent très-peu la vue; exemple : les palais du Corps législatif, de la Légion d'honneur, du Conseil d'État, l'Institut, l'hôtel de la Monnaie, etc., etc.

temps, pour faire disparaître les tons disparates qu'ils ont pris. Nous avons vu pratiquer cette opération à Versailles même, avec du grès tendre provenant de meules à aiguiser et du sable de même nature. Non-seulement ce travail de restauration est long, mais, avec quelque adresse qu'on le fasse, on finirait par ôter une grande valeur aux monuments en faisant disparaître les détails de la sculpture; d'ailleurs les cryptogames, qui n'ont été que rasés par les petits fragments de quartz, repoussent ensuite.

» Au contraire, les piédestaux ou les socles qui supportent des vases ou des groupes en bronze n'ont encore subi aucune espèce de dégradation; on n'y voit pas trace de cryptogames. Voici à quoi cela nous semble tenir.

» Ces bronzes, sans cesse exposés à la pluie, abandonnent, chaque fois qu'ils la reçoivent, des molécules de métal passé à l'état d'oxyde de cuivre brun ou de carbonate vert; puis, ces molécules entraînées par les eaux vont se déposer sur les marbres situés au-dessous. Or, comme les sels de cuivre, sont des poisons, il en résulte qu'aucune plante ne saurait croître partout où la pierre supporte quelque ornement en bronze (1).

» Le seul reproche qu'on puisse adresser à cette espèce de vernis à base de cuivre, c'est de colorer légèrement la pierre en brun ou en vert; mais, est-ce là un grand défaut, puisqu'il y a beaucoup de marbres, des ophicalces par exemple, recherchés comme revêtement à l'intérieur, à cause du ton verdâtre que leur impriment les veines de serpentine qui les traversent?

» Une fois établi que les pierres sont garanties de l'action dégradante

---

(1) A l'appui de ces observations, il est bon de citer, ailleurs que dans les parcs, quelques exemples qui ne doivent laisser aucun doute sur l'efficacité des oxydes et sels de cuivre pour préserver la pierre de l'invasion des cryptogames. Le piédestal de la statue équestre d'Henri IV, sur le Pont-Neuf, doit l'éclatante blancheur qui la relève à la présence d'oxyde ou de sels métalliques, qui s'opposent au développement de n'importe quelle plante; il en est de même du socle de la statue équestre de Louis XIV sur la place des Victoires, de celui de la statue de Stanislas à Nancy. La statue en pierre ordinaire (calcaire lacustre) du jurisconsulte Potier, à Orléans, offre la même particularité, etc., etc. Que de monuments devront un jour l'intégrité de leurs moulures, de leurs bas-reliefs, à la même alliance de la pierre au bronze!

Les socles des statues appartiennent généralement au marbre statuaire, mais, quand ils sont en pierre calcaire ordinaire, qui se prête merveilleusement au développement des mousses, l'effet préservateur est peut-être plus prononcé; et il doit avoir encore cela de bon, que le grain de la pierre devient plus dur, cimenté qu'il se trouve alors par les incrustations métalliques. Ne se passerait-il pas là une espèce de minéralisation, analogue à la silicification proposée dans ces derniers temps par M. Kuhlmann, pour s'opposer au salpêtrage des murs exposés à l'humidité?

des cryptogames par la présence du bronze qu'ils supportent, il va de soi qu'on pourrait appliquer ce moyen préservatif à toutes les statues ou ornements en pierre qui reposent sur un socle, ou couronnent un édifice.

» Le moyen que nous proposons consisterait donc à introduire, dans l'occiput des statues, ou dans la partie la plus saillante des appendices ou ornements en pierre, un lingot de bronze ou de cuivre, exposé à recevoir les eaux pluviales, et placé de façon à ce que ces eaux puissent s'écouler de tous les côtés. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Études d'élimination concernant les eaux publiques de Marseille* (suite); *par* **M. G. Grimaux de Caux.** [Extrait (1).]

« A Marseille, pour se débarrasser des déjections, on emploie des réservoirs mobiles qu'on enlève à de courts intervalles, et que l'on va vider dans des bateaux-citernes pouvant exporter 50 mètres cubes et plus. Ces bateaux sont dirigés vers le port de Bouc; ils traversent l'étang de Caronte et entrent par les Martigues dans l'étang de Berre, véritable mer intérieure sur les bords de laquelle on a construit de grands réservoirs où les populations agricoles viennent s'approvisionner, les cultivateurs trouvant là un élément de fertilisation dont l'efficacité n'est surpassée que par celle du guano du Pérou.

» Ce fait est considérable à deux points de vue : au point de vue de l'agriculture provençale, qui en tire maintenant un immense profit, et au point de vue de la salubrité de Marseille, où, pendant longtemps, pour une population qui compte maintenant trois cent mille âmes, on n'a eu que le vieux port comme aboutissant général de tous les produits de l'élimination.

» Les réservoirs destinés à l'approvisionnement des cultivateurs sont disposés tout autour de l'étang de Berre.

» Sur les bords de cet étang, les bateaux-citernes rendent déjà de grands services. Ils desservent les territoires d'Istres et des environs de la Crau, ceux de Salon, de Saint-Chamas, de Miramas, de Berre, de Roquefavour, de Vitrolles, de Rognac, de Marignane, etc., etc.

» Ce moyen de transport a permis à un agronome de la localité de construire un grand réservoir pour y aménager la contenance de plusieurs bateaux, nécessaire à la fumure d'une propriété de 150 hectares. »

M. H. Lespiau adresse de nouveaux Documents relatifs à ses recherches

(1) *Comptes rendus*, séance du 27 mars 1865.

sur « l'Inoculation sous-épidermique, chez l'homme, de la matière tuberculeuse d'une granulation grise (résultat négatif au point de vue de l'infection générale) ».

A 5 heures et demie, l'Académie se forme en comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section d'Économie rurale, par l'organe de **M. Payen**, en l'absence de son doyen **M. Boussingault**, présente la liste suivante de candidats à la place de Correspondant laissée vacante par le décès de *M. Lindley*, à Londres.

En première ligne.	**M. E. Cornalia.**
En deuxième ligne et par ordre alphabétique . . .	**M. Gerlach.** **M. Röll.**

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures et demie. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 16 août 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

Ministère de l'Intérieur. Situation administrative et financière des hôpitaux et hospices de l'Empire. Documents recueillis et mis en œuvre par les inspecteurs généraux des Établissements de bienfaisance sous la direction de M. DE LURIEU, et publiés par ordre de S. Exc. M. DE FORCADE LA ROQUETTE. Paris, 1869; 2 vol. in-folio.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences, publiés par MM. les Secrétaires perpétuels, t. LXVII, juillet à décembre 1868. Paris, 1868; in-4°.

Promenades au Musée de Saint-Germain; par M. Gabriel DE MORTILLET, catalogue illustré de 79 figures par M. A. RHONÉ. Paris, 1869; 1 vol. in-8°.

Statistique générale du canton de Ramerupt; par M. A. THÉVENOT. Troyes, 1868; in-8°. (Adressé par l'auteur au concours du prix de Statistique, 1870.)

Rapport sur la statistique des hôpitaux de S. José, S. Lazaro et Desterro de Lisbonne pour l'année 1865, *dressée suivant le plan et sous la direction du* Dr P.-F. DA COSTA-ALVARENGA; traduit du portugais par M. L. PAPILLAUD. Lisbonne, 1869; in-8°. (Adressé par l'auteur au concours du prix de Statistique, 1870.)

De la cohésion; par M. C.-E. JULLIEN. Lille, 1869; br. in-8°.

Des signes de la mort et de la vérification des décès à Paris; par M. L. DE SÉRÉ. Paris, 1869; br. in-8°.

Du rôle de l'estomac dans la digestion et la formation du sang; par M. L. DE SÉRÉ. Paris, 1869; br. in-8°.

Emploi des eaux d'égout en agriculture d'après les faits observés en France et à l'étranger; par M. Ch. DE FREYCINET. Paris, 1869; br. in-8°.

Studio... *Étude géométrique sur la variation et la mesure des angles, fondée sur de nouveaux théorèmes et problèmes qui en dérivent; par* M. G. BARATTA. Naples, 1869; br. in-8°.

Annuario... *Annuaire de la Société des Naturalistes de Modène*, 4e année. Modène, 1869; in-8°.

Prospetto... *Prospectus systématique et catalogue des poissons du Modénois; par* M. C. BONIZZI. Modène, 1869; br. in-8°.

Catalogo... *Catalogue des fossiles des terrains miocène et pliocène du Modénois; par* M. F. COPPI. Modène, 1869; br. in-8°.

Die... *Le choléra indien dans les limites du gouvernement de Zwickau pendant l'année* 1866; *par* M. R. GUNTHER. Leipzig, 1869; in-4° avec planches. (Adressé au concours Bréant, 1870.)

Proceedings... *Procès-verbaux de la Société mathématique de Londres*, n° 17. Londres, 1869; br. in-8°.

A treatise... *Traité du transport des malades et des blessés militaires; par* M. l'Inspecteur général T. LONGMORE. Londres, sans date; in-8° relié. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 AOUT 1869.

PRÉSIDENCE DE M. CLAUDE BERNARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Observations sur un point de la dernière lecture de* M. Le Verrier; *par* **M. Chasles.**

« Je suis extrêmement peiné d'avoir à relever de nouveau une assertion reproduite par M. Le Verrier dans notre dernière séance, au sujet de la Commission relative aux écritures de Pascal, à laquelle il attribue une mission et un acte qui n'ont rien de réel. M. Le Verrier s'exprime ainsi: « J'ai fait cette réclamation à M. Chasles dans le sein de la Commission, et » *celle-ci l'a acceptée*, puisque, sur le refus de M. Chasles, le Président a » déclaré à l'Académie que la Commission était dès lors impuissante. »

» M. Le Verrier fait donc entendre que la Commission a fait un acte, *en Commission,* et bien plus, un acte qui aurait été étranger à sa mission. Cette insinuation est absolument contraire à la vérité.

» Pour le prouver, il suffit de rappeler succinctement les faits.

» M. Faugère, à qui j'avais communiqué des Pièces de Pascal, prises à son choix, a écrit à l'Académie (séance du 29 juillet 1867) que ces Pièces n'étaient pas de l'écriture de Pascal, non plus que la signature; il offrait à l'Académie de l'édifier sur ce point essentiel. M. le Président nomma une Commission chargée d'entendre les observations de M. Faugère.

» Telle a été la seule mission de la Commission ; ce qui est constaté par le texte même du *Compte rendu* de la séance, que voici :

« *Lettre adressée* (par M. Faugère) *à* M. le Président, *au sujet des Notes* » *manuscrites de* Pascal, *communiquées par* M. Chasles.

» (Cette Lettre est renvoyée à l'examen d'une Commission composée de » MM. Chasles, Duhamel, Le Verrier, Faye, et à laquelle le Bureau est » prié de s'adjoindre.) (1) »

» En outre, la Lettre de M. Faugère (rapportée intégralement dans le *Compte rendu*, p. 202) ne parle que de l'*écriture* de Pascal. Par suite, M. le Président a prié M. Faugère de se rendre le lundi suivant au sein de la Commission, pour lui faire part de ses observations, comme il l'avait proposé.

» Telle a été la seule mission de la Commission. Et l'on voit qu'elle n'avait nullement à porter un jugement sur la valeur historique et scientifique des Documents dont j'étais en possession, pas même à l'égard de la série des Pièces de Pascal, autographes ou simples copies.

» Si M. le Président avait eu la pensée d'étendre les devoirs confiés à la Commission, assurément il aurait consulté l'Académie, et se serait même assuré préalablement de mes intentions, d'autant plus que je n'avais nullement exprimé le désir que l'Académie prît part, d'une manière quelconque, à la publication annoncée de mes Documents.

» La Commission s'est réunie le lundi suivant, une demi-heure avant la séance de l'Académie, et il n'y a été question que de la comparaison des écritures de Pascal et de ses sœurs avec des Pièces ou *fac-simile* invoqués par M. Faugère. J'ai été chargé de déclarer moi-même à l'Académie que M. Faugère ne regardait pas comme autographes les Pièces que je lui avais confiées, ou que je communiquais dans le moment, et dont l'*examen* avait été *le seul objet* de la conférence. J'ai fait cette déclaration en séance. (*Comptes rendus*, p. 309.)

» La Commission avait ainsi accompli sa mission : elle n'avait rien de plus à faire. Et l'on conçoit que, si elle eût eu la pensée d'étendre ses pouvoirs et de se livrer à une sorte d'interrogatoire ou d'enquête, comme le croit M. Le Verrier, c'eût été tout au plus après le départ de M. Faugère, étranger à la Commission, comme à l'Académie.

» J'ajouterai que des hommes sérieux qui auraient voulu étendre leur mission jusqu'à se prononcer sur la valeur historique et scientifique des nombreuses Pièces que je possède de Pascal, traitant de sujets très-variés,

(1) *Comptes rendus*, t. LXV, p. 202.

ne se seraient point déclarés incapables de ce travail par la seule raison que je n'aurais pas dit l'origine immédiate de ces Documents.

» Supposer le contraire, comme le fait entendre M. Le Verrier, c'est faire injure à la Commission et à l'Académie; car, en définitive, les Documents existent; ils sont nombreux, variés, et concordants avec beaucoup d'autres émanés de personnages différents; et la question est de les étudier et de les apprécier, dans leur ensemble, qu'ils soient autographes ou non (1). Aussi, de toutes parts, on me presse de hâter la publication qui les livrera au jugement de tous.

» Que M. le Président, après le Rapport sur la conférence avec M. Faugère, ait dit que la Commission n'avait plus à intervenir, cela devait être, puisqu'elle n'avait point eu d'autre mission que d'entendre les observations de M. Faugère sur l'*écriture* des Pièces attribuées à Pascal.

» Voilà la vérité.

» Cet épisode touche au côté moral de la polémique : l'insistance de notre confrère témoigne de l'importance qu'il y attache, comme base et point de départ de ses insinuations ultérieures. L'Académie m'excusera donc d'user de mon droit de rétablir la vérité sur ce point, comme je le ferai sur les autres parties du long travail de M. Le Verrier. »

M. Morin fait hommage du 31e fascicule des *Annales du Conservatoire des Arts et Métiers*.

M. Morin ayant donné lecture d'une partie d'un Mémoire sur l'Enseignement technique, qu'il a inséré dans ce Recueil, **M. Chevreul** prend la parole et fait la Communication suivante :

« Je ne comptais pas présenter aujourd'hui à l'Académie l'opuscule intitulé *Considérations sur l'enseignement agricole en général, et sur l'enseignement agronomique au Muséum d'Histoire naturelle en particulier;* mais la présentation faite par le Directeur du Conservatoire des Arts et Métiers d'un Mémoire sur l'*enseignement* qu'il appelle *technique,* je crois, me détermine à faire aujourd'hui une présentation que je réservais pour la prochaine séance.

» Conformément au titre, il se compose de deux Sections que je vais successivement passer en revue.

(1) L'Académie sait que j'ai dit plus d'une fois qu'il se trouve dans ces milliers de Pièces des séries de copies dont on pourra faire abstraction dans le jugement qu'on portera sur l'ensemble des Documents.

» Tout le monde aujourd'hui est convaincu de l'utilité de la Chimie en agriculture; mais se fait-on toujours une idée juste de la part d'influence de cette science dans les progrès de la culture auxquels ont contribué la mécanique des solides et des liquides, la science des corps organisés et la comptabilité des exploitations agricoles? Je ne le pense pas, et c'est la raison pour laquelle j'ai écrit la première Section de mon opuscule.

» L'agriculture comprend deux parties :

» L'Art, — c'est la pratique;

» L'Agronomie, — c'est la science.

» L'Art ne peut être enseigné que dans les fermes;

» L'Agronomie peut l'être dans les villes.

» L'Art comme l'Agronomie se composent d'une *économie végétale* et d'une *économie animale*, qu'il ne faut pas confondre, parce que celle-ci, au point de vue scientifique, est plus avancée que la première.

» L'agriculture a une analogie réelle avec l'industrie, mais on ne peut la confondre avec elle.

» Le *produit agricole*, comme le *produit industriel*, doit être rémunérateur du temps, de la peine et du capital qu'il a coûté au producteur.

» De là, nécessité d'une comptabilité fidèle et éclairée. A cet égard, l'industrie a donné l'exemple.

» La différence qui distingue l'industrie de l'agriculture, c'est que l'industriel opère dans des usines closes, indépendantes des agents extérieurs, qu'il dispose comme il l'entend de tous les agents capables de modifier les propriétés de la matière inorganique ou organique morte, propriétés qu'il connaît parfaitement.

» L'agriculteur agit sur des corps organisés qui doivent vivre. Or, si ce sont des plantes, il est obligé, après en avoir confié la semence à la terre, d'en attendre la récolte, sans qu'il lui soit permis d'user des agents naturels dans ses champs comme l'industriel peut le faire dans ses usines. La différence est donc grande entre la *production agricole* et la *production industrielle!*

» Et bien des personnes se font illusion en confondant les progrès incontestables que les arts chimiques, dits agricoles, doivent à la science avec l'influence qu'elle a eue sur la plante végétant en pleine terre. En ce cas, c'est par la *synthèse* que la plante s'accroît en s'appropriant la matière du monde extérieur; tandis que la plante soumise, après sa mort, à un art chimique,

l'est avec l'intention de la part de l'industriel d'agir par *analyse*, procédé de *simplification*, en isolant les principes immédiats utiles.

» La différence est donc grande entre le rôle de la Chimie appliquée à la végétation et le rôle de la Chimie appliquée aux procédés des arts agricoles.

» En tenant compte de la distinction que je viens de faire et de la part que la mécanique, les sciences naturelles et la comptabilité ont exercée sur les progrès de l'agriculture, on voit qu'il ne faut pas s'exagérer l'influence de la Chimie dans la production agricole.

» De cet état de choses je tire des conséquences relatives aux conditions que doivent remplir les professeurs de Chimie agricole pour que leur enseignement soit aussi utile que possible dans l'état actuel de la science.

DEUXIÈME SECTION. — *Considérations sur l'enseignement agronomique au Muséum.*

» Me proposant de montrer que l'instruction agronomique peut être donnée au Muséum sans nuire à la *science abstraite*, j'ai cru devoir insister avant tout sur les idées peu exactes qu'on se fait dans le monde de l'*invention* de la *science abstraite* et de la *science appliquée*.

» Cette confusion tient en partie au silence que l'on a gardé sur la *faculté de l'esprit d'invention*, ou, quand on en a parlé, le défaut de développement dans les traités de philosophie et de logique tient à ce que l'on s'est borné généralement à ne traiter que des facultés de l'âme. Il faut ajouter que les idées qui ont présidé à la plupart des classifications des connaissances humaines ne sont pas de nature à éclairer le sujet, car les bases de ces classifications sont vagues, et si les définitions ont une apparence de précision, celle-ci disparaît presque toujours dans l'application.

» La *Science agronomique* n'a pas de caractère spécial comme la Chimie, la Physique, la Classification des êtres vivants, l'Anatomie, la Physiologie; elle emprunte tous ses principes aux autres sciences, et ces sciences, sauf les Mathématiques, sont enseignées au Muséum.

» Après cette introduction je montre :

» 1° Que l'Agronomie peut être enseignée aux élèves agronomes sans causer l'abaissement des Sciences naturelles qu'on professe au Muséum;

» 2° Que cet enseignement peut être d'un grand avantage à l'agriculture de la France et aux élèves agronomes.

» *Premier point.* — J'examine chaque science enseignée au Muséum, qui peut être étudiée dans son ensemble ou seulement dans une de ses parties par les élèves agronomes, et j'expose les raisons qu'on a de penser qu'elles

ne seront point exposées à déchoir; que, loin de là, les Professeurs de certains cours pourront être conduits à des études nouvelles susceptibles non-seulement d'éclairer la science appliquée, mais encore d'ouvrir des voies nouvelles à la science pure.

» *Deuxième point.* — La science puisée au Muséum par les élèves agronomes leur sera-t-elle profitable et le sera-t-elle au pays?

» Avant tout je répète : L'instruction ne leur sera pas donnée pour qu'en sortant du Muséum ils entreprennent l'exploitation d'une ferme, mais pour donner aux campagnes des conseils et une instruction réclamée par un nombre considérable d'amis de l'agriculture.

» Évidemment, pour réaliser ce désir, la première condition est de donner à des élèves agronomes d'élite les principes de l'Agronomie, principes appartenant à presque toutes les sciences professées au Muséum, et cette condition est le décret impérial du 16 de mars 1869.

» Ces élèves, pénétrés de ces principes liés entre eux par la méthode scientifique, seront en mesure de suivre les pratiques agricoles des lieux les plus divers de la France, et, disposant de leur temps, en recherchant les éléments divers de ces pratiques, ils accompliront un travail qui n'a jamais été entrepris, et peu à peu ils feront sentir aux praticiens qui désirent s'éclairer la nécessité de connaître des choses qu'ils ont considérées jusqu'ici comme indifférentes à leur culture.

» En parlant de l'utilité de l'institution des élèves agronomes au Muséum, j'avoue que l'expérience est en train de se faire; mais en ayant égard aux chances défavorables de l'institution réalisée, pour ainsi dire, en même temps que conçue, en tenant compte du nombre des cours auxquels ces élèves n'avaient point été préparés, je ne puis me défendre d'avoir l'espérance du succès de l'institution quand je réfléchis à l'excellente conduite de ces jeunes gens d'élite, à leur zèle à s'instruire et à leurs réponses aux interrogations qui leur étaient faites par des Professeurs ou par des Aides-Naturalistes. »

ÉCONOMIE RURALE. — *De la potasse et de la soude dans les plantes et dans les terres en culture; par* **M. Payen.**

« Le fait important de l'influence prépondérante de l'alcali végétal, la potasse, sur la soude pour le développement des plantes, est complétement mis hors de doute par les investigations de notre confrère M. Peligot.

» Mais doit-on admettre dès aujourd'hui ces deux conclusions générales:

L'absence de la soude dans la plupart des plantes cultivées coïncidant avec l'absence du même alcali dans la plupart des terrains où ces plantes se développent (1)?

» Les résultats incontestables des expériences nombreuses exécutées dans de grandes industries agricoles et manufacturières ne s'accorderaient pas avec cette double conclusion.

» Depuis plus de quarante ans, dans toutes les terres où s'étendent chaque année davantage les vastes cultures de la betterave (en France, en Belgique, en Allemagne, en Pologne et en Russie), tous les ans d'énormes quantités de sels alcalins sont enlevées au sol, la plus grande partie n'y retournant pas, surtout lorsque ces composés de potasse et de soude extraits des mélasses distillées sont livrés au commerce. Et cependant, la terre et les betteraves en contiennent toujours.

» Existe-t-il même une seule terre cultivée qui soit exempte de ces composés dans la profondeur du sol et du sous-sol où pénètrent les radicelles des végétaux des récoltes annuelles?

» Plusieurs analyses minutieuses sembleraient l'indiquer. Mais une analyse directe pourrait être impuissante là où des betteraves semées dans le même terrain auraient pu puiser les sels alcalins favorables à leur végétation.

» Cette hypothèse est bien permise, car jusqu'à ce jour dans tous les terrains des différentes régions agricoles où la culture de la betterave s'est propagée, constamment les deux alcalis se sont rencontrés dans leurs tissus.

» Du moins est-on autorisé à dire que la meilleure analyse d'un sol arable recevrait une confirmation précieuse si les radicelles d'une plante avide de ces composés alcalins ne parvenaient à en extraire aucune quantité.

» En effet, il ne s'est rencontré jusqu'ici aucune terre cultivée où la betterave ensemencée n'ait puisé assez abondamment les deux bases alcalines, comme l'auraient pu faire, sans doute, les plantes à soude naturelle, qui croissent si bien sur les bords de la mer.

» Je me propose d'employer cette méthode simple et démonstrative de concentration dans les tissus végétaux à l'analyse des cendres elles-mêmes, sauf à saturer par un acide affaibli l'alcalinité trop forte de quelques-uns de ces produits de l'incinération et à y ajouter une substance azotée.

» Des quantités, même minimes, décelées ainsi dans les cendres du bois

---

(1) Cette dernière conclusion est basée sur les analyses de M. de Gasparin, le fils de notre regretté confrère.

suffiraient peut-être à expliquer la présence de quelques centièmes de soude dans toutes les potasses provenant de l'incinération des arbres en Amérique, en Toscane, en Allemagne et en Russie, même dans les forêts éloignées des bords de la mer (1).

» Mais l'absence de la soude dans la plupart des plantes de grande culture laisserait encore plusieurs autres faits inexpliqués.

» Ces cultures auraient dû donner lieu à l'accumulation dans le sol des sels de soude qui journellement y arrivent par des voies diverses. En effet, dans beaucoup de fermes en France, et plus encore en Angleterre, comme chez les nourrisseurs à Paris, les animaux à l'engrais et les vaches laitières reçoivent des rations journalières dont le sel marin fait partie, et se trouve ainsi répandu avec leurs déjections, car d'énormes quantités d'azotate de soude sont employées tous les ans pour la fumure des terres.

» Sans doute, on pourrait admettre que les combinaisons sodées infiltrées dans le sol sont entraînées par les eaux souterraines, dont, dans d'autres occasions, M. Chevreul a démontré les utiles influences, mais il s'en faut bien que toutes les terres fertiles reposent sur un sous-sol très-perméable.

» Sans doute aussi, les grandes cultures de betteraves concourent de plus en plus de notre temps au dessalage des terres, et je ne saurais en disconvenir, car j'ai depuis très-longtemps signalé ce grand avantage de l'industrie saccharine, comme en d'autres temps j'avais constaté par des analyses comparées les aptitudes spéciales pour fixer le carbonate calcaire et d'autres sels, que possèdent différentes plantes aquatiques développées dans les mêmes eaux. Mais la grande culture des betteraves est relativement moderne en Europe, ainsi que les remarquables améliorations agricoles dues à la création des sucreries indigènes.

» On peut espérer que ces désaccords apparents seront éclaircis par des recherches nouvelles en diverses régions culturales, grâce aux travaux incessants des chimistes habiles qui dirigent les nombreux laboratoires des sucreries et des stations agricoles ».

Après la lecture de la Note de M. Payen, **M. Chevreul** demande la parole et s'exprime en ces termes :

---

(1) On sait que M. Cloëz a constaté la présence de la soude dans les cendres du blé, et que M. Corenwinder a trouvé dans la cendre des coques du fruit du bananier l'équivalent de 6,58 de carbonate de soude pour 100 de cendres.

« M. Payen en rappelant l'importance que j'attache, en agriculture, aux eaux souterraines, me donne l'occasion d'ajouter quelques développements venant à l'appui de diverses propositions avancées dans l'opuscule que j'ai eu l'honneur d'offrir à l'Académie.

» Négligez dans certaines localités de prendre en considération les eaux souterraines, et vous serez exposé, comme l'a été M. Oscar Leclerc Thouïn en 1838, à méconnaître l'origine des sels calcaires de ses récoltes provenant d'une île de la Loire, dont le sol est un sable siliceux ne contenant que des traces de chaux; mais tenez compte des eaux qui viennent des terrains calcaires qui bordent le fleuve, et vous expliquerez le fait.

» Il ne faut jamais perdre de vue qu'un végétal puisant de l'eau dans un sol et perdant la plus grande partie de cette eau par la transpiration, tout ce que le liquide renfermait de matière fixe reste dans la plante.

» Telle est l'influence des plantations dont les racines pénètrent à certaines profondeurs des sols, c'est qu'elles s'emparent de substances qui restent dans la plante après l'évaporation de l'eau qui a été absorbée par les racines, c'est-à-dire que les arbres peuvent avoir une grande influence pour l'amélioration des sols maigres, et c'est la raison pour laquelle il faut bien se garder d'enlever les feuilles qui jonchent le sol des forêts à la fin de l'automne.

» Une circonstance sur laquelle je ne saurais trop insister est l'influence d'un sol perméable, lorsqu'on emploie des engrais minéraux, tels que des sels solubles, c'est que ceux-ci étant employés en excès dans un terrain à sous-sol perméable, il pourrait se faire qu'on ne perdît que le sel en excès, tandis que, dans un terrain à sous-sol imperméable, l'excès du sel, en s'y accumulant, pourrait avoir plus tard les inconvénients les plus graves relativement à la fertilité du sol. »

« **M. Élie de Beaumont** signale, à l'appui des considérations présentées par *M. Chevreul*, le rôle que jouent les Genêts dans l'assolement des départements de l'Ouest. Le Genêt est un des végétaux dont les racines pénètrent le plus profondément dans le sol en s'insinuant dans les fissures des roches. Lorsque les terres, généralement assez maigres, qui recouvrent les schistes de l'Anjou et de la Bretagne, sont épuisées par les récoltes, on les laisse en friche, et les Genêts les envahissent. Au bout de quelques années, on défriche la terre, en arrachant les Genêts, et on brûle ceux-ci pour en répandre les cendres sur le sol. Ces cendres, riches en alcalis et en phosphates,

sont un excellent engrais, au moyen duquel on obtient une ou plusieurs récoltes. Quand les récoltes cessent de payer les frais de culture, on abandonne de nouveau la surface aux Genêts, qui, à chacun de leurs retours, y ramènent des principes fertilisants que leurs longues racines vont puiser à des profondeurs considérables dans les roches sous-jacentes. »

« **M. Chevreul** remercie son honorable confrère du fait qu'il vient de rappeler, fait que, comme Angevin, il a été fréquemment à portée d'observer. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Études sur les dérivés éthérés de l'alcool propylique;* *par* **MM. Is. Pierre** *et* **Ed. Puchot.**

« Les limites de cette Note ne nous permettent pas de décrire en détail tous les composés éthérés dérivant de l'alcool propylique dont nous nous proposions de faire l'étude. Nous nous bornerons à en passer en revue quelques-uns des principaux. Nous avons déjà parlé du propionate propylique, à l'occasion des produits d'oxydation obtenus sous l'influence combinée d'un mélange de bichromate de potasse et d'acide sulfurique; nous ajouterons aujourd'hui l'iodure propylique, le valérianate, le butyrate, l'acétate et le formiate, c'est-à-dire les éthers formés par les acides dérivés par oxydation des principaux alcools normaux.

» *Iodure propylique.* — Nous avons introduit dans une cornue 100 grammes d'alcool propylique pur et 185 grammes d'iode, puis nous y avons ajouté, par très-petites parties à la fois, 18 grammes de phosphore (1). A chaque addition, il se produisait une vive réaction, et nous avions à peine employé $1^{gr},5$ de phosphore, que l'iode, qui d'abord occupait le fond du liquide, s'y était entièrement dissous. La liqueur finit par se décolorer presque entièrement et l'on vit s'en séparer deux couches distinctes, dont l'une, de beaucoup plus abondante et occupant la partie inférieure, consistait principalement en iodure propylique. On l'a séparée à l'aide d'un entonnoir, et, après un premier lavage avec une petite quantité d'eau, on a obtenu comme rendement brut :

Dans une première opération..............	235	grammes d'iodure
Dans une deuxième opération semblable......	237	id.

(la théorie donne environ 270 pour 100 d'alcool propylique).

(1) Nous avons reconnu plus tard que 15 grammes suffisaient largement.

» Pour débarrasser le liquide éthéré des dernières traces d'acide, on lui a fait subir un nouveau lavage, avec de l'eau contenant un peu de carbonate de soude en dissolution; on l'a ensuite desséché par le chlorure de calcium bien sec. Après plusieurs rectifications méthodiques successives, en rejetant à chaque fois les premières et les dernières gouttes, on a obtenu un produit limpide, incolore, doué de cette odeur suave un peu sucrée, très-légèrement alliacée, que l'on retrouve dans tous les iodures éthérés analogues, même lorsqu'on n'a pas fait intervenir le phosphore dans leur préparation. Il bout régulièrement entre 104°,25 et 104°,5. Exposé à l'air, ou conservé dans des flacons mal bouchés ou incomplétement remplis, l'iodure propylique se colore peu à peu, comme tous les iodures analogues, par suite de la décomposition d'une petite quantité d'éther, qui met en liberté une quantité correspondante d'iode doué d'un pouvoir colorant considérable. Son poids spécifique, rapporté à celui de l'eau pris pour unité, est :

A 0°... 1,784; à 9°... 1,767; à 52°... 1,683; à 75°,3... 1,637.

» Si, au moyen de ces données, on calcule, de 20 en 20 degrés, le poids spécifique et le volume rapporté soit au volume à 0°, soit au volume à 104°,5, on trouve :

Température.	Poids spécifique.	Volume ($v_0 = 1$).	Volume ($v_{104,5} = 1$).
0°	1,784	1,000	0,8834
20	1,747	1,021	0,902
40	1,7085	1,044	0,922
60	1,669	1,069	0,944
80	1,6275	1,096	0,968
100	1,5855	1,125	0,994
104,5	1,576	1,132	1,000

» *Valérianate propylique.* — Pour préparer cette substance, on a mis ensemble, dans une cornue un peu grande, de l'alcool propylique pur et du valérianate de potasse pur et desséché, dans la proportion d'une partie du premier pour deux parties et demie du second; on a ensuite ajouté, peu à peu et par très-petites quantités à la fois, en agitant presque constamment, de l'acide sulfurique ordinaire, dans la proportion de 150 pour 100 de l'alcool employé.

» L'addition lente et successive de l'acide sulfurique dans le mélange avait pour but de prévenir une trop grande élévation de température, dont le moindre inconvénient pourrait être la perte d'une partie notable du produit. L'agitation pendant quelques instants, après chaque addition

d'acide, avait pour but de régulariser la réaction, qui devient surtout très-vive lorsqu'on a versé environ les deux tiers de l'acide. Après avoir laissé refroidir le mélange, on a décanté le liquide surnageant, auquel on a réuni ensuite le produit éthéré obtenu par le lavage du résidu salin de la cornue.

» Soumis à une série méthodique de rectifications successives, le produit éthéré brut a donné: 1° un peu d'alcool propylique hydraté non éthérifié; 2° du valérianate propylique parfaitement limpide, incolore, bouillant très-régulièrement à 157 degrés, sous la pression de 761 millimètres; 3° enfin une petite quantité d'un mélange de valérianate propylique et d'acide valérianique (ces deux substances se dissolvent mutuellement avec facilité).

» La décomposition, par la potasse caustique hydratée, d'une cinquantaine de grammes de valérianate propylique pur, nous a permis de constater, d'une manière non équivoque, la nature de ses principes constituants, puisque nous avons pu régénérer l'alcool propylique et mettre en liberté l'acide valérianique. Son odeur et sa saveur sont intermédiaires entre celles des valérianates propylique et butylique. Lorsqu'on le respire en mélange avec beaucoup d'air, son odeur rappelle celle des fruits mûrs du cognassier; ses vapeurs sont étourdissantes.

» En prenant l'eau pour terme de comparaison, le poids spécifique du valérianate propylique est :

A 0°... 0,887; à 50°,8... 0,8395; à 100°,15... 0,7915; à 113°,7... 0,776.

» En calculant, de 20 en 20 degrés, au moyen de ces données, les poids spécifiques, les volumes rapportés à $v_0 = 1$ et les volumes rapportés à $v_{157} = 1$, on trouve :

Température.	Poids spécifique.	Volume ($v_0 = 1$).	Volume ($v_{157} = 1$).
0°.....	0,887	1,000	0,818
20	0,869	1,021	0,835
40	0,850	1,0435	0,8535
60	0,831	1,0674	0,873
80	0,8115	1,093	0,894
100	0,7915	1,1206	0,9166
120	0,769	1,1535	0,9434
140	0,746	1,189	0,9725
157	0,7255	1,2226	1,000

» La majeure partie du valérianate propylique ainsi obtenu a été trans-

formée en valérianate de potasse, pour servir à d'autres préparations, et l'alcool propylique correspondant a été régénéré.

» *Butyrate propylique*, $C^8H^7O^3, C^6H^7O$. — Après avoir mis ensemble, dans une cornue, 378 grammes de butyrate de potasse desséché, en petits morceaux, et 180 grammes d'alcool propylique, on a versé sur le mélange, peu à peu et par petites parties à la fois, 295 grammes d'acide sulfurique ordinaire; la réaction, conduite avec prudence, et en ayant soin d'agiter après chaque addition partielle d'acide sulfurique, a donné lieu à un dégagement de chaleur assez vif, qui servait d'indication pour régler ces additions d'acide.

» Lorsqu'on en eut ainsi versé un peu plus des trois quarts, il se produisit une ébullition spontanée à la suite de laquelle le mélange, qui était devenu assez épais et pâteux, pendant la première moitié de l'opération, s'est tout à coup séparé en deux parties, dont l'une, inférieure, consistait en une masse saline un peu agglomérée, et dont l'autre, supérieure, se composait d'un liquide éthéré, très-mobile, un peu coloré en jaune roux. On a ajouté le reste de l'acide sulfurique lorsque cette ébullition spontanée se fut calmée, puis, après avoir bien agité le mélange, on l'a laissé se refroidir pendant une heure et demie environ.

» On l'a décanté ensuite, encore un peu tiède, puis on a ajouté dans la cornue un peu d'eau, pour faciliter la séparation de l'éther emprisonné dans la masse saline. On a obtenu ainsi un produit total éthéré brut dont le poids s'élevait à 382 grammes, c'est-à-dire à près de 98 pour 100 du rendement indiqué par la théorie.

» Soumis à une série méthodique de rectifications successives, en mettant à part les parties les plus volatiles qui contenaient encore un peu d'alcool non éthérifié, et les parties les moins volatiles dans lesquelles se trouvaient, surtout au commencement, des traces d'acide butylique non combiné, le produit de l'opération que nous venons de décrire a donné un liquide limpide, incolore, dont l'odeur très-suave rappelait celle de certains fruits et celle de la menthe. Il bouillait très-régulièrement à 137°,25 sous la pression de 765 millimètres. On a trouvé, pour son poids spécifique rapporté à celui de l'eau pris pour unité :

A 0°... 0,888; à 47°,25... 0,841; à 100°,25... 0,785; à 128°,75... 0,753.

» Si, au moyen des données précédentes, nous calculons, de 20 en 20 degrés, le poids spécifique de cette substance, son volume en prenant $v_0 = 1$,

où $v_{135,25} = 1$, nous trouverons :

Température.	Poids spécifique.	Volume ($v_0 = 1$).	Volume ($v_{135,25} = 1$).
0.....	0,888	1,000	0,838
20.....	0,868	1,0225	0,858
40.....	0,848	1,0475	0,878
60.....	0,827	1,074	0,9005
80.....	0,806	1,102	0,9235
100.....	0,7845	1,1315	0,949
120.....	0,762	1,165	0,977
135,25..	0,7445	1,1927	1,000

» *Proponiate propylique*, $C^6O^5O^3, C^6H^7O$. — Nous ne citerons ici que pour mémoire ce composé que nous avons déjà décrit dans notre Mémoire du 26 juillet, et dont nous avons réalisé la préparation directe par l'oxydation de l'alcool propylique et par la décomposition du propionate de potasse par l'acide sulfurique, en présence de l'alcool propylique.

» *Acétate propylique*, $C^4H^3O^3, C^6H^7O$. — Après avoir mis dans une cornue 200 grammes d'alcool propylique et 400 grammes d'acétate de soude sec, on y a versé peu à peu, et par petites parties à la fois, 460 grammes d'acide sulfurique ordinaire. Le mélange est devenu d'abord pâteux, et la température s'élevait beaucoup à chaque addition partielle d'acide sulfurique. Après s'être fluidifié vers la fin de l'addition d'acide, le mélange s'est séparé en deux parties, dont l'une, entièrement liquide, s'est rassemblée à la surface, et dont l'autre s'est rassemblée au fond sous la forme d'une masse saline très-cohérente, un peu spongieuse. Après avoir séparé par distillation une partie du liquide éthéré surnageant, on a séparé le reste par décantation après addition d'eau dans la cornue. On a neutralisé, par l'eau très-légèrement alcalisée par le carbonate de soude, l'acide entraîné, puis on a déshydraté par du chlorure de calcium sec. Au moyen d'une série méthodique de rectifications successives, en mettant à part, à chaque fois, les premières et les dernières gouttes, on a obtenu un liquide éthéré très-limpide, incolore, doué d'une odeur très-agréable, quoique étourdissante, bouillant à 103 degrés. Nous avons trouvé, pour son poids spécifique :

A 0°... 0,910; à 42°,5... 0,8635; à 84°,6... 0,8137.

» Si, au moyen de ces données, on calcule, de 20 en 20 degrés, les poids spécifiques de l'acétate propylique, ainsi que les volumes, en prenant pour

unité soit le volume à 0°, soit le volume à 103°, on trouve :

Température.	Poids spécifique.	Volume ($v_0 = 1$).	Volume ($v_{103} = 1$).
0°.....	0,910	1,000	0,8685
20	0,888	1,0248	0,890
40	0,866	1,0508	0,9126
60	0,8425	1,0801	0,938
80	0,8185	1,1118	0,9655
100	0,794	1,1461	0,9953
103	0,7903	1,1515	1,000

» *Formiate propylique*, C^2HO^3, C^6H^7O. — On a mis dans une cornue 240 grammes d'alcool propylique et 275 grammes de formiate de soude presque sec, puis on a versé peu à peu dans le mélange, par petites quantités à la fois, 320 grammes d'acide sulfurique ordinaire; il s'est dégagé beaucoup de chaleur à chaque addition partielle d'acide, et lorsqu'on en eut ajouté environ 300 grammes, la réaction devint assez vive pour qu'il se manifestât une ébullition spontanée pendant laquelle il distilla une fraction notable du liquide. Lorsque cette effervescence se fut apaisée, on ajouta encore une vingtaine de grammes d'acide sulfurique pour compléter la réaction. Le produit brut décanté, réuni à celui que le lavage du résidu permit d'y ajouter, dépassait le rendement théorique, par suite de la présence d'un peu d'acide sulfurique. Après une première rectification ménagée, faite en vue de dépouiller le liquide éthéré brut d'une partie de ses impuretés, on l'a déshydraté par le chlorure de calcium sec, après lui avoir enlevé, par une très-petite quantité de carbonate de potasse, ce qui pouvait y rester d'acide, et on l'a soumis ensuite à une série méthodique de rectifications successives, en mettant à part les premières et les dernières parties condensées. On a obtenu ainsi un liquide incolore, limpide, doué d'une assez agréable odeur de fruits, rappelant celle de certaines poires d'été, lorsqu'on le respire mélangé de beaucoup d'air; mais cette odeur est beaucoup moins agréable lorsqu'on respire la vapeur éthérée en trop grande quantité à la fois. Le formiate propylique bout de 82°,5 à 83 degrés. Il a pour poids spécifique :

A 0°... 0,9197; à 38°,5... 0,877; à 72°,5... 0,836.

» En calculant de 20 en 20 degrés, au moyen de ces données, les poids spécifiques et les volumes rapportés soit à $v_0 = 1$, soit à $v_{82,7} = 1$, on trouve les nombres suivants :

Température.	Poids spécifique.	Volume ($v_0 = 1$).	Volume ($v_{82,7} = 1$).
0°	0,9197	1,000	0,895
20	0,8976	1,0246	0,9174
40	0,875	1,051	0,941
60	0,8513	1,0803	0,9673
80	0,8268	1,1123	0,9966
82,7....	0,8235	1,1168	1,000

» Nous avons dit, à plusieurs reprises, que le propionate propylique obtenu par oxydation de l'alcool propylique sous l'influence combinée de l'acide sulfurique et du bichromate de potasse, avait été transformé en propionate de potasse. Nous avons employé une partie de ce propionate de potasse à la préparation des propionates éthylique et butylique, dont nous allons décrire la préparation et les principales propriétés.

» *Propionate butylique*, $C^6H^5O^3, C^8H^9O$. — Pour préparer ce composé, on a mis dans une cornue 200 grammes d'alcool butylique et 300 grammes de propionate de potasse desséché, puis on y a versé peu à peu, et par très-petites quantités à la fois, en agitant constamment, 275 grammes d'acide sulfurique. Après l'emploi du premier tiers de l'acide, le mélange était déjà réduit en pâte assez fluide, et chaque addition partielle d'acide dégageait, en élevant la température du mélange, des vapeurs blanches très-denses, dont on évitait la sortie en laissant la température s'abaisssr un peu avant d'ajouter une nouvelle quantité d'acide. Lorsqu'on eut versé ainsi dans le mélange les deux tiers environ de l'acide, la réaction devint encore plus vive et le mélange se sépara nettement en deux parties : l'une, supérieure, liquide, se maintint pendant quelques instants en ébullition spontanée; l'autre, solide et un peu compacte, se rassembla au fond de la cornue en offrant une apparence un peu mamelonnée.

» On a séparé par décantation la couche liquide éthérée surnageante, et l'addition d'un peu d'eau dans la cornue a permis de séparer encore, de la matière solide spongieuse, une nouvelle quantité de matière éthérée qu'on a réunie à la première. On a obtenu ainsi 336 grammes de produit éthéré brut (la théorie exige 346); on l'a soumis à une série méthodique de rectifications successives qui ont permis d'en séparer un peu d'alcool butylique non transformé et une petite quantité d'acide propionique non combiné. Le produit le plus pur, parfaitement limpide et incolore, doué d'une odeur très-agréable rappelant un peu celle du butyrate propylique, bouillait régulièrement à 135°,7 sous la pression de 764 millimètres. Il a pour poids spé-

cifique :

A 0°... 0,8934; à 49°,2 .. 0,8445; à 100°,15... 0,7903; à 116°,5. . 0,7705.

» Si, au moyen de ces données, on calcule, de 20 degrés en 20 degrés, les poids spécifiques du propionate butylique et les volumes rapportés soit à $v_0 = 1$, soit à $v_{135,7} = 1$, on trouvera les résultats suivants :

Température.	Poids spécifique.	Volume ($v_0 = 1$).	Volume ($v_{135,7} = 1$).
0°.....	0,8934	1,000	0,8324
20	0,8736	1,0227	0,8513
40	0,8535	1,0467	0,8713
60	0,8331	1,0723	0,8927
80	0,812	1,1002	0,9159
100	0,7905	1,1302	0,9408
120	0,765	1,1678	0,972
135,7....	0,7437	1,2013	1,000

» *Propionate éthylique*, $C^6H^5O^3$, C^4H^5O. — Après avoir mis ensemble, dans une cornue suffisamment spacieuse, 448 grammes de propionate de potasse desséché et 200 grammes d'alcool vinique à 95 degrés, on y a versé, par petites portions à la fois, 440 grammes d'acide sulfurique, en agitant après chaque addition, pour faciliter le mélange. Il se produisait, à chaque addition d'acide sulfurique, un assez grand dégagement de chaleur pour produire, sans l'intervention du feu, la distillation d'une proportion notable de liquide. La séparation du produit brut éthéré s'est opérée comme celle du propionate butylique, et il s'y trouvait, avant la rectification, une proportion notable d'acide qui paraît pouvoir s'y maintenir en dissolution. On l'a déshydraté par agitation avec un peu d'acide sulfurique concentré qui s'en sépare ensuite instantanément, et dont nous avons évité de prolonger trop longtemps le contact avec l'éther. Soumis ensuite, avec les précautions d'usage, à une série de rectifications successives, ce produit brut a fourni du propionate éthylique parfaitement limpide et incolore, bouillant régulièrement à une température extrêmement peu différente de 100 degrés sous la pression ordinaire. Son odeur, très-agréable, mais étourdissante, rappelle celle de l'acétate éthylique. Nous avons trouvé, pour son poids spécifique :

A 0°... 0,9137; à 45°,1.... 0,863; à 83°... 0,817.

» Calculant, au moyen de ces données, de 20 en 20 degrés, les poids

spécifiques et les volumes rapportés soit à $v_0 = 1$, soit à $v_{100} = 1$, on trouve ainsi :

Température.	Poids spécifique.	Volume ($v_0 = 1$).	Volume ($v_{100} = 1$).
0°	0,9137	1,000	0,8694
20	0,8915	1,0249	0,8911
40	0,8686	1,0519	0,9146
60	0,8448	1,0815	0,9403
80	0,8203	1,1139	0,9684
100	0,7944	1,1502	1,000

» Dans une prochaine Communication, nous essayerons de compléter l'étude de diverses questions relatives à la production de l'alcool propylique et de ses dérivés. »

RAPPORTS.

SYSTÈME MÉTRIQUE. — *Rapport sur les prototypes du système métrique : le mètre et le kilogramme des Archives.*

(Commissaires : MM. Élie de Beaumont, Mathieu, Morin, Regnault, Le Verrier, Faye, Dumas rapporteur.)

« L'Académie, après avoir pris connaissance des propositions faites à l'Académie de Saint-Pétersbourg, au sujet des étalons des poids et mesures, a décidé qu'une Commission serait chargée d'examiner la question et de lui en donner son avis. Cette Commission vient remplir son devoir.

» Un système métrique général propre à réunir l'assentiment de toutes les nations était désiré depuis longtemps, lorsque l'Assemblée constituante, s'inspirant des vues de l'ancienne Académie des Sciences, chargea cette Compagnie d'en tracer le plan. Le travail, commencé en 1790, sur la proposition de M. de Talleyrand, et poursuivi au milieu des circonstances les plus difficiles, s'achevait le 4 messidor an VII par la présentation à la barre des deux Conseils des étalons prototypes du mètre et du kilogramme contrôlés et adoptés par une Commission internationale.

» La France, au début même de cette entreprise, avait appelé le concours des autres nations. Si elle s'était mise à l'œuvre et si elle l'avait accomplie sans attendre ce concours, elle avait évité avec soin tout ce qui pouvait donner le plus léger prétexte au reproche d'avoir voulu affecter une sorte de prééminence.

» Aussi, les premiers Commissaires de l'Académie avaient-ils le droit de dire que « si la mémoire de ces travaux venait à s'effacer, si les résultats

» seuls en étaient conservés, ils n'offriraient rien qui pût servir à faire con-
» naître quelle nation en a conçu l'idée, en a suivi l'exécution. »

» Au procès-verbal de dépôt des étalons du mètre et du kilogramme confiés aux Archives, on compte les signatures de neuf délégués étrangers, parmi les vingt-deux signataires, où figurent d'ailleurs les artistes, le garde-général et le secrétaire.

» Le mètre avait été adopté sur le Rapport définitif du délégué de la Hollande, Van Swinden, et le kilogramme sur celui de Trallés, délégué de la Suisse.

» L'Académie sait que parmi les trente-deux personnages, la plupart illustres, qui ont coopéré aux premiers travaux relatifs à la détermination du mètre et du kilogramme, on compte les savants les plus autorisés non-seulement par leur génie, mais aussi par leur rare bon sens; les artistes les plus dignes de confiance, non-seulement par leur esprit inventif, mais aussi par une main-d'œuvre dont la précision n'a jamais été surpassée.

» Laplace et Lagrange y représentent la géométrie; Borda, Delambre, Méchain, Prony, et plus tard Biot et Arago, la géodésie; Lavoisier, les sciences physiques; Lenoir et Fortin, la construction des instruments.

» La tradition fait remonter à Laplace une grande part dans la conception du système; elle attribue à Borda le mérite du plan des opérations géodésiques, et à Lavoisier la responsabilité de la marche adoptée pour la détermination du kilogramme.

» Les Documents établissent la part qui revient dans l'exécution à Delambre, Méchain, Lenoir et Fortin.

» Alors même que les procès-verbaux et les Rapports définitifs ne le démontreraient pas, la répartition des premières copies authentiques du mètre et du kilogramme prototypes indiquerait, à elle seule, sur quel pied d'égalité les nations étrangères et la France furent placées pendant ce travail et au moment de sa conclusion. En effet, douze exemplaires du mètre ayant été comparés au prototype et leur exactitude ayant été reconnue, ils furent distribués sans distinction, pour leurs divers États, entre les Commissaires, au moment de clore leur travail, et les étrangers en reçurent dix.

» La précision des opérations et leur caractère international ont été souvent confirmés depuis cette époque : en premier lieu, par des arrêtés du Gouvernement français, qui ordonnent la construction de nouveaux étalons du mètre et du kilogramme destinés à l'Observatoire et au Conservatoire des Arts et Métiers; en second lieu, par les opérations répétées, qui ont été effectuées pour fournir à divers Gouvernements des copies authentiques de

ces deux mesures; enfin, par une suite d'expériences auxquelles l'un de nous, M. Regnault, a consacré près d'une année, et qui avaient pour objet la discussion des méthodes et la construction des instruments à l'aide desquels on peut procéder avec certitude à la vérification des étalons des mesures et poids métriques.

» Cependant la Conférence géodésique internationale réunie à Berlin en 1867 proposait, ainsi que le rappelle M. Jacobi, la construction d'un nouveau mètre prototype européen, dont la longueur devrait différer *aussi peu que possible* de celle du mètre des Archives de Paris, et dans la construction duquel on aurait surtout en vue la facilité et l'exactitude des comparaisons nécessaires.

» La construction du nouveau mètre prototype et la comparaison des copies destinées aux divers États seraient confiées à une Commission internationale.

» A ces prescriptions, M. Jacobi ajoute celle qui était formulée par le Congrès international de Statistique, qui voulait que cette Commission fût chargée en outre de la correction *des petits défauts scientifiques du système.*

» De son côté, le Gouvernement français n'était pas demeuré indifférent à ces manifestations, et il avait chargé, sous la présidence de notre confrère M. le Maréchal Vaillant, une Commission, formée de Membres de l'Académie et de représentants du Bureau des Longitudes, de lui donner son avis.

» Cette Commission a terminé depuis longtemps la première partie de sa mission. Elle a adressé son Rapport à M. le Ministre de l'Instruction publique, et elle est demeurée à sa disposition pour l'exécution des opérations qu'elle propose, quand elles auront reçu l'approbation du Gouvernement.

» En attendant, puisque la question semble destinée à faire ailleurs l'objet de discussions publiques, l'Académie pensera sans doute, avec la Commission qu'elle a chargée de l'examiner, qu'une déclaration de sa part est devenue nécessaire. Ses Commissaires n'avaient pas besoin d'une longue délibération pour la préparer. Ces matières n'ont jamais cessé de les occuper, et elles sont devenues depuis deux ans, pour chacun d'eux, l'objet d'une étude approfondie, ayant été consultés à divers titres par l'autorité sur les difficultés qu'on lui signalait.

» Trois questions sont posées : 1° le mètre prototype des Archives représente-t-il l'unité fondamentale du système métrique? 2° le kilogramme des Archives représente-t-il l'unité de poids? 3° peut-on donner aux Gouvernements qui veulent adopter le système métrique le moyen de se pro-

curer avec certitude des étalons du mètre et du kilogramme absolument conformes à ces deux unités?

» Les Membres de votre Commission n'ont jamais hésité à ce sujet, et leurs nouvelles conférences n'ont fait que les fortifier dans leur sentiment.

» Le mètre et le kilogramme des Archives sont des prototypes représentant, l'un l'unité fondamentale du système métrique, l'autre l'unité de poids.

» Ils doivent être conservés comme tels, sans modification.

» En effet, ce serait bien mal connaître la pensée des savants illustres qui ont préparé et exécuté le travail relatif à la détermination des bases du système métrique, que de supposer qu'ils aient considéré la distance du pôle boréal à l'équateur comme invariable sur tous les méridiens, et la méridienne qui traverse la France comme représentée, elle-même, par des chiffres absolus.

» La valeur du mètre changerait donc avec les pays et les époques, si on n'acceptait pas comme unité fixe la valeur qui lui a été attribuée par leurs premières opérations. Les changements, il est vrai, resteraient absolument insensibles dans la pratique; ils auraient, néanmoins, pour effet de jeter le trouble dans les travaux scientifiques, et d'exiger, pour leur comparaison de nation à nation, ces calculs de conversion qu'on a voulu éviter par l'adoption d'un type commun.

» La France est d'autant moins libre de considérer la valeur du mètre, dont elle a gardé le prototype, comme destinée à subir les variations qui seraient indiquées par les nouvelles mesures du méridien qu'on pourrait exécuter, qu'elle n'a pas adopté seule cette unité fondamentale; que, comme nous l'avons rappelé, diverses nations ont concouru par leurs délégués au travail de sa Commission primitive des poids et mesures, et que depuis le commencement du siècle beaucoup d'autres ont adopté le système métrique et fait exécuter des étalons authentiques de son unité.

» A l'égard du kilogramme, on lui reproche de représenter le poids du litre d'eau au maximum de densité, et non le litre d'eau à zéro, par exemple, quantité mieux définie. Il est bien connu que les expériences relatives à la détermination du kilogramme ont été effectuées à zéro ou à quelques dixièmes de degré au-dessus : rien n'était donc plus facile que de s'en tenir à ces premiers résultats. Il est également certain que les savants français avaient admis, en formulant leur programme, que l'unité de poids serait le décimètre cube d'eau liquide à zéro. C'est un acte de déférence envers M. Trallés, délégué de la Suisse, qui a fait accepter, par les Commissaires français, le maximum de densité de l'eau comme terme fixe.

» Faut-il le regretter? Nous ne l'examinons pas. Le kilogramme des Archives est une unité tellement conforme à sa définition qu'il serait impossible de la modifier d'une manière appréciable pour les besoins ordinaires de la société.

» Y a-t-il lieu de faire pour les savants un kilogramme qui soit capable de satisfaire aux exigences des expériences ultérieures, par lesquelles le maximum de densité de l'eau serait fixé d'une manière définitive? Nous ne le pensons pas. Il paraîtrait bien plus naturel de garder, pour les besoins de la science, le kilogramme tel qu'il est, et de modifier en un point secondaire sa définition, ce qui serait sans conséquence.

» La Commission ne saurait donc accepter, ni pour la détermination du mètre, ni pour celle du kilogramme, qu'il y ait lieu d'admettre l'utilité de nouvelles opérations ayant pour objet de fixer les deux types de ces mesures. Si, sous prétexte du progrès de la science, on acceptait que ces types peuvent être modifiés aujourd'hui, leur instabilité se perpétuerait d'âge en âge; les savants de chaque siècle pourraient, en effet, avoir la prétention d'introduire à leur tour de nouvelles corrections dans les méthodes employées par leurs prédécesseurs.

» La Commission, après avoir décidé, à l'unanimité, qu'il y a lieu de considér les prototypes du mètre et du kilogramme déposés aux Archives comme invariables et comme appartenant à toutes les nations, a examiné ce qui restait à faire pour permettre aux délégués de tous les pays d'intervenir dans l'étude des moyens à employer pour en reproduire des copies authentiques destinées à servir d'étalons.

» Il lui a paru que, pour conserver au système métrique son large caractère d'universalité et pour dégager de plus en plus la France de toute prétention à une prépondérance qu'elle n'a jamais réclamée, il convenait de continuer ce qui s'était fait dès l'origine de ce travail, et d'appeler à un nouveau concert les nations étrangères.

» Elle a donc l'honneur de proposer à l'Académie de demander au Gouvernement de provoquer la formation d'une Commission internationale qui serait chargée d'étudier les moyens d'exécution des étalons destinés aux divers pays, et de choisir les méthodes de comparaison ou les instruments de vérification qu'il convient de mettre en usage pour les obtenir dans l'état actuel de la science. »

Après avoir entendu la lecture de ce Rapport, l'Académie en adopte les conclusions à l'unanimité.

M. Chevreul prend ensuite la parole et s'exprime en ces termes :

« Après avoir entendu le Rapport qui vient d'être lu sur le système métrique français, j'éprouve la plus vive satisfaction, et je m'empresse d'autant plus d'y donner ma pleine adhésion, que prochainement je ferai hommage à l'Académie d'un ouvrage *sur la méthode* A POSTERIORI *expérimentale* et *sur ses applications;* on verra que c'est sur la base même de cet ouvrage que repose l'adhésion que je suis si heureux de donner à la conclusion du Rapport et à l'esprit qui l'a dicté. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Correspondant dans la Section d'Économie rurale en remplacement de feu M. *Lindley*, de Londres.

Le nombre des votants étant 25,

M. Cornalia obtient	. . . . .	22 suffrages.
M. Gerlach	»	2 »
M. Röll	»	1 »

M. Cornalia, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est déclaré élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission de cinq Membres chargée de décerner le prix fondé par Mlle Letellier, pour encourager la continuation des travaux de Savigny sur les animaux invertébrés de l'Égypte et de la Syrie.

MM. Milne Edwards, de Quatrefages, Blanchard, Coste et Robin obtiennent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES LUS.

GÉOLOGIE. — *Lithologie de quelques mers de l'ancien monde;* *par* M. Delesse.

« La plupart des mers de l'ancien monde ont été explorées par de nombreux sondages qui donnent leur profondeur ainsi que la nature de leur fond; par suite il était possible d'y continuer les recherches de lithologie

que j'avais entreprises d'abord sur les mers baignant les côtes de France (1). Les résultats que j'ai obtenus sont résumés par une Carte que je viens soumettre au jugement de l'Académie.

» La méthode suivie dans ces recherches sur les mers de l'ancien monde est la même que précédemment.

» Partant des données fournies par les sondages des Ingénieurs hydrographes, on a d'abord figuré l'orographie sous-marine à l'aide de courbes horizontales et d'après la méthode de Buache. Puis on a cherché à séparer, autant que possible, les roches de l'époque actuelle d'avec celles des époques antérieures. Les premières consistent presque exclusivement en dépôts meubles, tandis que les roches pierreuses et déjà consolidées ne reçoivent pas de dépôts et appartiennent aux secondes. Sans avoir égard à l'âge de ces différentes roches, on a donné la même couleur à toutes celles qui présentent le même caractère lithologique. Il devient alors très-facile de voir comment elles sont réparties sur les vastes surfaces qui s'étendent au fond des mers et de connaître les lois de leur distribution; on parvient même à saisir les rapports géologiques qui relient les dépôts actuels et les roches sous-marines avec les terrains émergeant dans leur voisinage.

» Résumons brièvement les principaux résultats obtenus dans quelques mers de l'ancien monde.

» La Caspienne présente une mer intérieure et peu salée; de même que la mer d'Aral, elle a été parfaitement explorée par la marine russe. Sa profondeur est en rapport avec le relief de ses côtes : ainsi dans sa partie nord elle devient remarquablement faible à cause des steppes qui l'entourent et de fleuves puissants comme le Volga qui tendent sans cesse à en opérer le comblement. Ces fleuves coulent sur des terrains éminemment sableux, comme le permien et le trias, en sorte qu'ils ensablent toute cette partie nord; on peut même estimer que le sable couvre environ la moitié du fond de la Caspienne. Quant à la vase, elle se dépose dans le sud, c'est-à-dire dans la partie la plus profonde. Les mollusques de la Caspienne se développent suivant des zones qui s'éloignent de l'embouchure des fleuves ou bien y sont interrompus; ils prospèrent surtout sur les fonds de sable et ne descendent guère au-dessous de 50 mètres.

» La mer Noire est encore peu connue. Relativement à son orographie on peut observer qu'elle présente la forme d'un entonnoir et que sa partie

(1) *Mers de France et Mers Britanniques* (*Comptes rendus;* avril 1867; et 1868, 1er semestre, t. LXVI).

méridionale est, en même temps, la plus abrupte et la plus profonde. Le sable n'y occupe qu'une petite surface; cependant au nord-ouest où la mer Noire reçoit le Danube et d'autres grands fleuves, le sable s'est accumulé le long du rivage suivant une zone qui atteint 60 kilomètres de largeur. Les dépôts riches en débris de coquilles y sont très-peu étendus; il faut l'attribuer à ce que ses eaux sont peu salées et ses bords généralement escarpés. Ces dépôts se tiennent du reste à distance des embouchures des fleuves et s'observent surtout sur des fonds de sable.

» La Baltique est une mer intérieure très-peu profonde lorsqu'on la compare aux mers intérieures qui se trouvent au sud de l'Europe. Des roches constituent une partie notable du fond de la Baltique, spécialement le long de la Suède et de la Finlande, ainsi que dans le golfe de Livonie; dans l'archipel d'Aland, elles accusent une réunion sous-marine des roches granitiques qui constituent les presqu'îles de Stockholm et de Finlande. De l'argile se rencontre dans presque toute la Baltique occidentale, dans laquelle elle occupe même de très-grandes surfaces. Elle doit sans doute être attribuée à des affleurements sous-marins des couches argileuses ou schisteuses du terrain silurien, car ce terrain est très-développé sur les rivages voisins, particulièrement en Suède et en Russie. Des galets forment aussi des zones discontinues qui paraissent orientées à peu près parallèlement à la côte de Suède. Leur profondeur moyenne est environ de 50 mètres, et vers le nord elle devient même bien supérieure; en sorte que la mer ne saurait les déplacer maintenant; ils indiquent donc un dépôt meuble antérieur à l'époque actuelle et probablement un ancien rivage de la Baltique.

» La vase remplit plusieurs bassins distincts; elle suit à distance les découpures des côtes, se retirant autour des îles. Elle remplit les parties centrales de la Baltique et du golfe de Bothnie, mais pas toujours les plus profondes.

» Le sable forme de larges bordures sur les rivages de la Baltique; il occupe aussi de vastes surfaces sous-marines, particulièrement sur les côtes de Poméranie et de Courlande, dans les golfes de Livonie et de Finlande, dans l'archipel d'Aland et dans le golfe de Bothnie. L'abondance du sable dans la Baltique peut être attribuée à ce que cette mer est peu profonde, à ce qu'elle reçoit de nombreuses rivières torrentielles qui sont fréquemment grossies par des fontes de neige et qui descendent de la Finlande ou des Alpes scandinaves après avoir couru sur des roches granitiques; elle tient surtout à ce que les fleuves de la Scandinavie, de la Russie et du nord de

l'Allemagne qui s'y déversent coulent dans des bassins hydrographiques recouverts par le diluvium du nord de l'Europe, qui est essentiellement sableux. Quant aux mollusques, ils sont rares dans la Baltique à cause de la salure extrêmement faible de ses eaux.

» Passons maintenant dans l'Océan, en laissant de côté les mers de France et des Iles Britanniques, qui ont déjà été étudiées précédemment.

» L'Océan est très-profond le long de la péninsule Ibérique et à petite distance de ses bords. Des roches sous-marines indiquent la continuation de celles qui forment la côte. La péninsule Ibérique est d'ailleurs contournée par une plage de sable ayant peu de largeur, à laquelle succède de la vase qui devient très-calcaire par les grandes profondeurs.

» Dans la mer du Nord, ainsi que dans l'océan Glacial, des roches sous-marines bordent les fjords et les archipels de la Norvége et de la Laponie. Des zones d'argile très-étendues longent une partie de la Norvége et doivent sans doute être attribuées à l'affleurement des schistes paléozoïques. La vase s'y rencontre surtout au voisinage de roches argileuses, et alors elle peut provenir de leur destruction.

» Le sable domine sur les terrasses sous-marines qui bordent la Scandinavie et le nord de l'Europe, ainsi que les Féroë et l'Islande; mais il se rencontre aussi par de grandes profondeurs, en sorte qu'il occupe des surfaces extrêmement vastes dans l'océan Atlantique européen.

» La mer Blanche nous offre encore une mer intérieure qu'un large détroit met en communication avec l'océan Glacial. Le trait le plus saillant de son orographie est une profondeur beaucoup plus grande dans sa partie nord-ouest et dans le golfe de Kandalaks qu'en son milieu et vers l'Océan. Les golfes allongés de la Dwina et de Kandalaks se trouvent d'ailleurs dans le prolongement l'un de l'autre et correspondent à une dépression sous-marine importante, puisqu'elle est très-accusée et parallèle à la Dwina ainsi qu'aux principales rivières de ces régions.

» Les sondages ont fait reconnaître des roches près des bords de la mer Blanche, particulièrement à son entrée dans le golfe de Mezen et aussi dans celui d'Onega; ces roches indiquent même une réunion de la presqu'île de Laponie à la terre ferme.

» Le sable occupe de vastes surfaces à l'entrée de l'océan Glacial; mais dans la mer Blanche il borde seulement les rivages, et c'est la vase qui en recouvre presque entièrement le fond. L'extension de la vase tient sans doute à ce que la mer Blanche, par suite de son orographie, joue le rôle d'un bassin de décantation à l'égard des eaux troubles qu'elle reçoit en grande abon-

dance, surtout au moment de la fonte des neiges; elle tient, en outre, à ce que la glace qui la recouvre une partie de l'année contribue encore à faciliter son dépôt.

» Les dépôts coquilliers sont très-limités dans la mer Blanche, probablement à cause des eaux douces et limoneuses qui s'y déversent; toutefois ils deviennent très-abondants sur les sables à l'entrée de l'océan Glacial. On voit donc qne les mollusques pullulent et prennent encore un grand développement sous des latitudes très-septentrionales et jusqu'au delà du cercle polaire.

» L'étude des mers intérieures de l'ancien monde révèle des caractères généraux et bien constants dans leur orographie ainsi que dans leur lithologie. D'abord, leur profondeur est faible au nord et augmente vers le sud; en outre, les fleuves les plus importants qui s'y déversent viennent surtout du côté du nord. Ces caractères se retrouvent bien marqués dans la Caspienne, dans le golfe Persique, dans la mer d'Azof, dans la mer Noire, dans la Baltique, dans l'Adriatique et enfin dans la Méditerranée.

» Maintenant la Baltique, la Caspienne, l'Adriatique présentent entre elles des analogies frappantes; car toutes trois ont une salure moindre que celle de l'Océan; elles reçoivent une multitude de rivières et de fleuves qui, descendus des principaux massifs montagneux de l'Europe, transportent beaucoup de débris; par suite, leurs bassins, déjà moins profonds que ceux des autres mers, tendent à se combler plus rapidement; elles sont surtout remarquables par la grande étendue de leurs dépôts sableux.

» La mer Noire, la Méditerranée, la mer Blanche offrent, au contraire, des caractères lithologiques entièrement différents, puisque la vase y domine beaucoup et que les dépôts sableux s'y réduisent à une petite étendue.

» La connaissance des dépôts qui se forment dans le fond des mers actuelles présente d'ailleurs le plus grand intérêt pour la géologie, car elle permet de restaurer par la pensée les mers des époques antérieures, et elle fait connaître par le présent le passé de notre globe. »

MÉDECINE. — *Mémoire sur quelques phénomènes nerveux sympathiques qui se produisent pendant l'inflammation aiguë de la membrane du tympan et souvent même par la simple pression de cette membrane; par* **M. Bonnafont.** (Extrait par l'Auteur.)

« L'inflammation aiguë de la membrane du tympan provoque des phénomènes nerveux qui simulent la méningite, et peuvent facilement en im-

poser au praticien inexpérimenté et faire croire à une maladie réelle des méninges.

» Quant aux symptômes, il en est quelques-uns de constants, tels que la douleur, la chaleur, les bourdonnements et une dureté plus ou moins prononcée de l'ouïe; mais après ces symptômes, il en est une foule d'autres qui varient suivant les individus. Ainsi, quelques-uns éprouvent des maux de tête très-violents avec vertige, parfois même il y a de légères titubations, des bruits aux oreilles, tantôt aigus, tantôt graves, quelquefois même simulant un orchestre ou le son des cloches, etc.; à ce propos je ferai remarquer qu'on ne peut pas, de la présence d'un ou de quelques-uns des symptômes précédents, établir les diagnostics différentiels des divers états pathologiques de la membrane du tympan, attendu que la même maladie s'accuse chez les individus par des symptômes différents. Cette circonstance rend, comme on le pense bien, l'inspection de l'oreille indispensable pour constater la nature de l'affection et dissiper les doutes dans lesquels la symptomatologie accusée par le malade peut jeter l'esprit du praticien.

» Après une chute sur la tête, l'écoulement séro-sanguinolent qui s'échappe par les oreilles peut être très-souvent le résultat de la simple déchirure du tympan, sans autre lésion du crâne, et n'implique pas toujours la fracture des os, comme on est porté à le supposer chaque fois qu'après une chute un pareil écoulement s'effectue par les conduits auditifs.

» La compresion de la membrane du tympan, soit qu'elle ait lieu de dedans en dehors ou de dehors en dedans, provoque toujours des vertiges dont l'intensité est en raison de l'idiosyncrasie des sujets; chez quelques-uns, il suffit d'une goutte d'eau seulement apposée sur cette membrane pour les provoquer.

» Lorsque, par suite d'un état pathologique de cette membrane, on est obligé d'agir sur elle avec un instrument tranchant, la douleur qui en résulte réagit sympathiquement sur la glande lacrymale du même côté et provoque instantanément une abondante sécrétion de larmes, tandis que, si l'on touche les mêmes points de cette membrane avec un crayon d'azotate d'argent, le malade éprouve un léger picotement du même côté de la langue, accompagné d'un goût métallique.

» Ce phénomène, très-curieux et presque constant, a été signalé par moi dans le Mémoire que j'ai lu à l'Académie de Médecine en 1844 sur les polypes de l'oreille; il a été observé depuis par mon savant confrère et ami

M. Duchenne (de Boulogne) dans ses habiles et ingénieuses applications de l'électricité.

» Je ne sache pas qu'il ait été observé antérieurement; toutes les lésions traumatiques accidentelles ou faites volontairement par un instrument à la membrane du tympan se guérissent spontanément et très-rapidement; et, quoi qu'on fasse, il n'est pas possible d'empêcher la cicatrisation de la plaie. Je citerai à ce sujet de nombreuses perforations simples ou faites avec un emporte-pièces, dans le but de guérir certaines surdités uniquement dues à l'inertie ou à l'épaississement de cette membrane, et que ni mandrins, ni canules restés à demeure pendant plusieurs jours, et même des mois, n'ont pu empêcher la reproduction des tissus et par suite l'obstruction complète de l'ouverture faite.

» Je connais des centaines de personnes dont la surdité ne dépend uniquement que de cet état anormal de la membrane du tympan, et qui pourraient être radicalement guéries par une simple perforation permanente de cette cloison. C'est à ce propos que j'ai dit et écrit, dans mon *Traité des maladies des oreilles*, que le praticien qui aura trouvé le moyen de maintenir cette perforation faite dans les conditions que j'ai indiquées et précisées, aura rendu les plus grands services à l'humanité. Pour moi, c'est la pierre philosophale que je cherche depuis que je m'occupe des maladies de l'appareil de l'audition, et je serai le premier à applaudir à une pareille découverte, d'où qu'elle vienne.

» Dans un autre Mémoire, je compte entretenir l'Académie de la membrane du tympan au point de vue physiologique, et du rôle qu'elle joue sous l'influence des sons musicaux. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

GÉOMÉTRIE ANALYTIQUE. — *Mémoire sur la recherche des racines des équations à trois termes de tous les degrés à l'aide de la cubo-cycloïde; par* **M. H. Montucci.** (Extrait.)

(Commissaires : MM. Bertrand, Hermite, Bonnet.)

« Dans le Mémoire que j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie le 24 avril 1865, j'ai dit que la courbe de l'équation $\lambda^{\frac{2}{3}} = x^{\frac{2}{3}} + y^{\frac{2}{3}}$, que j'ai appelée *cubo-cycloïde*, donne toujours une racine réelle de toute équation à trois termes d'un degré quelconque.

» Le fait est vrai, mais il emprunte sa généralité à un artifice algébrique. Dans le présent Mémoire, je me borne à vérifier jusqu'à quel point les propriétés géométriques de la cubo-cycloïde peuvent suffire seules à la solution de ce problème. J'arrive à l'énoncé suivant :

» *Étant donnée une table des logarithmes de certaines fonctions de la cubo-cycloïde, calculées dans l'hypothèse de la constante* $\lambda = 1$, *cette table sert à donner immédiatement deux limites entre lesquelles se trouve une racine d'une équation à trois termes, répondant à une des deux formes suivantes :*

(A) $$z^n + pz^2 - q = 0,$$

(B) $$z^n - pz^{n-2} + q = 0,$$

ou à leurs inverses.

» L'équation (B), dont le dernier terme est assujetti à un *maximum*, peut ne pas donner de résultat; mais elle peut aussi donner deux racines. L'équation (A), affranchie de toute condition de ce genre, donne avec certitude une racine, mais elle n'en donne qu'une.

» Dans le cas de l'équation du cinquième degré, la réduction Jerrard étant donnée et convenablement appliquée, la solution numérique en est complétement acquise.

» La proposée $u^5 - 11u^3 + 53 = 0$ m'a donné par la courbe les racines :

$$u = 1,943081; \quad u' = 3,009126; \quad u'' = -3,498281;$$

et par abaissement :

$$u''' \text{ et } u'''' = -0,7270 \pm 1,4360\sqrt{-1}.$$

» La proposée $u^{19} - 0,8\,u^{17} - 0,7 = 0$ a pour racine positive

$$u = 1,0504139,$$

avec une erreur de 0,0000006. »

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel présente à l'Académie, de la part de *M. A. Martin*, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, la collection des *Profils géologiques* du département de la Sarthe, dressés, avec le concours de feu M. Triger, sous la direction de MM. de Capella, Duffaud et Martin, successivement chargés comme Ingénieurs en chef du service du département, et Thoré, Ingénieur ordinaire au Mans, par M. *Albert Guillier*, conducteur embrigadé, et publiés par le service des Ponts et Chaussées.

A ces profils est jointe une Notice géologique et agricole par M. *Albert Guillier*.

M. Élie de Beaumont signale à l'Académie le nombre, l'importance et la précision des données géologiques renfermées dans ces profils relevés géométriquement avec le même soin que les plans et profils qui servent de base aux travaux des Ponts et Chaussées et il exprime le vœu que des relevés du même genre soient exécutés sur toutes les routes de France, comme ils l'ont été déjà sur plusieurs chemins de fer.

M. le Secrétaire perpétuel fait hommage à l'Académie, de la part de *M. Quenault*, de son ouvrage intitulé : « Les mouvements de la mer, ses invasions et ses relais sur les côtes de l'océan Atlantique, de la Méditerranée, de la mer du Nord, de la Manche, de la Baltique, et en particulier sur celles de la Bretagne et de la Normandie », dont M. Le Verrier a entretenu l'Académie dans les deux dernières séances (p. 391 et 444) à la suite de la présentation de l'ouvrage de M. *Peacock*.

M. le Secrétaire perpétuel signale en outre, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un ouvrage intitulé : « Flore de la Normandie (Phanérogames et Cryptogames semi-vasculaires) » ; par *M. de Brébisson*.

2° Une Notice sur « les Reptiles fossiles des dépôts fluvio-lacustres crétacés du bassin à lignites de Fuveau » ; par *M. Matheron*.

3° Un opuscule en italien accompagné d'une Lettre de M. Zantedeschi intitulé : « Annotations à la Topographie atmosphérique de la Statistique italienne, théorique et pratique » ; par *M. Luigi Guala*.

M. Chasles présente, au nom de l'auteur, *M. Silvestro Gherardi*, la seconde édition d'un Mémoire intitulé : « Solutions et démonstrations de quelques problèmes et théorèmes sur les séries doubles ».

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur les mouvements de l'atmosphère solaire dans le voisinage des taches; par* **M. L. Sonrel.**

« Le Soleil est entouré d'une atmosphère dont nous commençons à saisir l'ensemble et à connaître quelques détails importants. Une observation attentive nous y fait découvrir d'énormes différences de température, des condensations de vapeurs retournant ensuite à l'état gazeux, des mouvements horizontaux et verticaux plus ou moins irréguliers des diverses parties

de la masse; autrement dit, un grand nombre des phénomènes qui se passent dans notre atmosphère se retrouvent dans le Soleil. Les conditions différentes dans lesquelles sont aujourd'hui les deux astres impriment, il est vrai, dans chacun d'eux, à ces phénomènes un cachet particulier; mais leurs caractères généraux sont forcément analogues, et l'étude de l'un facilite celle de l'autre. C'est à ce point de vue que je me suis placé pour entreprendre des travaux dont j'ai l'honneur de soumettre quelques résultats à l'Académie.

» Mes observations ont été faites à l'Observatoire impérial, au moyen d'un réfracteur monté équatorialement et muni d'un mouvement d'horlogerie. L'objectif en a été taillé par Foucault lui-même. L'oculaire, construit avec un grand soin par M. Eichens, est d'un assez grand champ pour que l'on puisse recevoir entièrement l'image du Soleil sur un écran fixé par une légère monture au corps de la lunette. Enfin un réticule placé dans l'oculaire permet de tenir compte de la légère déformation des images. A l'aide de cet appareil, on déterminait assez rapidement, et avec une grande exactitude, les positions des taches. En changeant d'oculaire, on pouvait les grossir considérablement, en distinguer les principaux détails, les calquer pour ainsi dire sur un papier blanc servant d'écran.

» *Mouvements de la photosphère près des taches.* — Une tache est-elle une sorte de cratère, siége d'éruption de gaz chauds, ou doit-on la considérer, avec les astronomes de Kew, comme la région où un courant froid déprime, refroidit et éteint la photosphère?

» Il ne m'appartient pas de trancher définitivement cette question; mais les observations suivantes pourraient sans doute en faciliter la solution. Les filaments de matière blanche qui constituent la pénombre ont une forme irrégulière et continuellement variable. Presque toujours ils sont courbes. Or le sens de leur courbure nous importe beaucoup. Il sera en effet tout à fait différent suivant la direction du mouvement des gaz près de la tache.

» Si la matière blanche se précipite de tous côtés vers une région centrale, la courbure, grâce au mouvement de rotation du Soleil, sera lévogyre dans l'hémisphère austral de l'astre, dextrogyre dans l'hémisphère boréal. Les phénomènes inverses se produiront si les gaz émanent d'un même point.

» Il faut se servir de plusieurs oculaires pour bien voir la forme des *feuilles de saule;* aussi cette observation est-elle extrêmement délicate, et souvent très-pénible.

» Voici les conclusions auxquelles m'a conduit l'examen d'un grand nombre de taches et de leurs transformations successives :

» 1° Quand une tache est en voie d'accroissement, le mouvement des gaz y est centripète;

» 2° Ce mouvement se ralentit, et devient quelquefois centrifuge quand la tache entre dans sa phase de décroissance;

» 3° Lorsque des *ponts de matière blanche* viennent partager une tache, ils finissent le plus souvent par en envahir la partie postérieure, en s'ajoutant aux facules qui suivaient le groupe; mais une tache ou portion de tache persiste aussi longtemps que le mouvement y reste centripète.

» Le mouvement centripète semblerait donc être une condition nécessaire à l'existence d'une tache; mais ce mouvement ne peut évidemment s'étendre à toute la masse.

» Si, dans les régions basses, les gaz convergent vers un centre commun, ils s'en éloigneront forcément après s'être élevés plus ou moins haut dans le voisinage de ce centre. Si la convergence a lieu dans les hautes régions, les gaz divergeront plus bas, après avoir suivi une route descendante.

» Or, que voyons-nous de la masse gazeuse dont les mouvements engendrent une tache? Sa partie supérieure. De plus, nous y constatons, lorsqu'une tache est en voie de formation ou de développement, une prédominance marquée des mouvements centripètes des gaz. Donc, vers le centre de la tache, les gaz s'abaissent au lieu de produire une sorte d'éruption.

» A une tache correspond un courant descendant et tourbillonnant de l'atmosphère solaire. Les mouvements verticaux des gaz ne seraient-ils pas la cause des apparences signalées plus haut?

» Ils engendrent en effet un déplacement latéral; mais ce déplacement est toujours de même sens, que la masse gazeuse soit située dans la partie polaire ou dans la partie équatoriale de la tache; il est le même dans les deux hémisphères. Un mouvement descendant est accompagné d'un transport vers l'est; le transport se fait vers l'ouest si le mouvement est ascendant. Si donc la courbure des *feuilles de saule* était due seulement aux mouvements verticaux des gaz, elle serait toujours vers l'est ou toujours vers l'ouest. Pour une tache située dans l'hémisphère boréal, elle serait dextrogyre sur le bord équatorial de la tache, et lévogyre sur son bord polaire. Dans les taches de l'hémisphère austral, la courbure serait lévogyre sur le bord équatorial et dextrogyre sur le bord polaire. Ces conséquences nécessaires d'un simple mouvement vertical sont contraires à l'observation.

» Mais, si le mouvement est en même temps descendant et centripète, le

changement d'altitude aura uniquement pour effet de diminuer la courbure des *feuilles de saule* sur le bord polaire des taches, de l'augmenter sur leur bord équatorial. Cette circonstance s'observe fréquemment.

» L'obscurité relative de l'ombre des taches s'explique également, si l'on admet l'existence de courants descendants convergeant vers cette ombre. Ici encore les phénomènes de notre atmosphère nous aideront dans notre étude.

» Supposons une masse d'air chargée, au niveau de la mer, d'une certaine quantité de vapeur d'eau. Une cause quelconque lui imprime un mouvement ascendant. Quand elle est à une altitude convenable, elle est saturée. A partir de cet instant, à mesure qu'elle s'élève, elle laisse se condenser une partie de plus en plus grande de la vapeur d'eau qu'elle renfermait. Lorsque cette masse d'air sera ramenée au niveau de la mer, elle sera moins chargée de vapeur qu'à son départ, et sa température sera plus élevée. Son échauffement sera d'autant plus considérable, qu'elle renfermait primitivement plus de vapeur, et qu'elle sera parvenue à une plus grande hauteur.

» Revenons au Soleil. Malgré les températures différentes des deux astres, malgré la différence des causes premières des courants produits dans leurs enveloppes gazeuses, certaines circonstances sont les mêmes dans les deux cas. La température et la pression décroissent dans chacun d'eux, à mesure qu'on s'éloigne de leur surface pour s'élever dans les hautes régions de leurs atmosphères. Des phénomènes analogues doivent donc s'y produire. Dans le Soleil, les courants ascendants engendrent les nuages, dont le grand éclat donne lieu aux facules. Les gaz, dépouillés en grande partie des vapeurs auxquelles ils étaient mélangés, retrouvent, en descendant, une aptitude plus grande à en dissoudre, et, par suite, ils sont relativement obscurs. Les points brillants isolés, que l'on aperçoit très-souvent dans l'ombre, correspondent à des remous ascendants qui engendrent des condensations locales. La faiblesse du pouvoir rayonnant des gaz rend d'ailleurs suffisamment compte du froid apparent de *l'ombre*.

» Les taches paraissent donc être le siége de courants descendants, mais ces courants sont relativement chauds, et, s'ils éteignent la photosphère, c'est en redissolvant les vapeurs condensées qu'ils rencontrent.

» Dans une prochaine Note, j'aurai l'honneur de soumettre à l'Académie quelques recherches sur les mouvements propres des taches solaires et sur le mouvement de rotation du Soleil. »

PHYSIQUE VÉGÉTALE. — *Sur la respiration des plantes submergées.* Note de **M. Ph. Van Tieghem**, présentée par M. Decaisne.

« Comment une plante submergée se comporte-t-elle quand elle est placée à l'obscurité dans un liquide chargé d'une proportion considérable d'acide carbonique, et comment le phénomène physique qui s'accomplit dans ces conditions se combine-t-il avec le phénomène chimique qui est provoqué par la lumière? Telles sont les deux questions que je me suis proposé de résoudre.

» I. Considérons d'abord une dissolution sursaturée d'acide carbonique. Introduisons à l'obscurité une feuille de *Potamogeton lucens* dans de l'eau de Seltz artificielle; immédiatement un courant gazeux s'échappe avec impétuosité par les orifices lacunaires de la section du pétiole, et ce courant se maintient tant que le liquide est sursaturé; après le dégagement tumultueux qui se fait dans toute l'étendue du liquide quand on vient de le verser, c'est même presque exclusivement par cet orifice que tout le gaz s'échappe de la dissolution. Si l'on exerce une pression suffisante sur le liquide, le courant s'arrête pour reprendre aussitôt que la pression cesse. La feuille fait donc pénétrer avec excès de pression, dans son système lacunaire, l'acide carbonique dissous pour le dégager aux orifices. La racine se comporte comme la feuille. La tige, au contraire, privée de ses feuilles, ne dégage pas de courant. Ainsi, quand on plonge la plante entière dans l'eau de Seltz, après avoir piqué sa tige en un point, les racines et les feuilles concourent à aspirer l'acide carbonique dissous, tandis que la tige et les branches se bornent à conduire le gaz dans leurs larges canaux et à le faire converger vers l'orifice par où il s'échappe avec pression. Maintenue d'ailleurs pendant plus de dix jours dans de l'eau de Seltz renouvelée de manière que le dégagement soit continu, la plante ne souffre pas, et de nouvelles feuilles s'épanouissent dans son bourgeon terminal.

» Le même résultat s'obtient avec les *Myriophyllum verticillatum*, *Elodea canadensis*, *Ceratophyllum demersum*, *Vallisneria spiralis*, etc.; on le produit aisément avec les feuilles encore submergées du *Nymphæa alba;* mais, dès que la feuille s'est étalée à la surface de l'eau, elle ne dégage plus aucune bulle dans l'eau de Seltz par les larges ouvertures de la section du pétiole; cela tient à ce que sa face supérieure demeure couverte d'une lame d'air adhérente, à ce que l'eau ne peut la mouiller, en sorte que c'est dans cette nappe d'air que l'acide carbonique absorbé par la face inférieure vient se dégager par les stomates. Les plantes marécageuses à feuilles aériennes,

mais à système lacunaire bien développé, comme l'*Alisma plantago*, ne dégagent, à plus forte raison, aucune bulle par la section du pétiole, à moins que, par un séjour prolongé dans l'eau, la gaîne d'air n'ait été entièrement résorbée et que la feuille ne soit entièrement mouillée, résultat qu'il est facile d'obtenir avec les rameaux aériens du *Myriophyllum verticillatum*, quoiqu'ils soient couverts de stomates; on se retrouve alors dans les conditions d'un rameau submergé. Enfin, les plantes aériennes ordinaires, dont le pétiole et la tige sont dépourvus de canaux aérifères, ne peuvent, quand même on réussirait à en mouiller complétement les feuilles, donner lieu à un courant gazeux de cette nature.

» Le phénomène que nous étudions est indépendant de la lumière; mais la nature du gaz dégagé dépend des conditions antérieures où la plante s'est trouvée placée, c'est-à-dire de la composition de son atmosphère interne au moment de l'expérience. Si on l'a maintenue pendant plusieurs jours dans l'eau de Seltz et à l'obscurité, le gaz dégagé est de l'acide carbonique pur.

» Nous devons nous demander maintenant si ce phénomène est lié à la vie des cellules, c'est-à-dire à la conservation du mouvement et des propriétés du protoplasma qu'elles renferment, ou s'il dépend uniquement de la structure cellulaire et de la perméabilité des membranes. Pour le voir, tuons la plante. Soumettons une feuille de *Potamogeton* à l'ébullition, plongeons-la ensuite dans l'eau de Seltz, et nous verrons qu'il ne se dégage rien par la section du pétiole. Gardons-nous toutefois d'en conclure que le tissu ait perdu par là sa propriété, car nous avons chassé ainsi l'atmosphère intérieure et par conséquent supprimé une des conditions nécessaires à la manifestation du courant. Mais faisons séjourner notre plante dans l'alcool pendant vingt-quatre heures; elle en sortira morte et toute décolorée, sans que le gaz intérieur ait été expulsé. Introduite alors dans l'eau de Seltz, cette plante dégage bientôt un courant d'acide carbonique aussi intense que celui qu'elle produit quand elle est vivante, et qui ne cesse, comme lui, que lorqu'il y a équilibre entre le gaz intérieur et le gaz dissous. Tuée par l'éther, le chloroforme, la glycérine, la potasse, l'acide chlorhydrique, etc., la feuille conserve, aussi bien que la racine placée dans les mêmes conditions, sa remarquable propriété. Il est donc bien établi que l'absorption du gaz acide carbonique dissous ne dépend pas de la conservation des propriétés du protoplasma cellulaire, mais seulement de la nature liquide du contenu des cellules et de la perméabilité de leurs membranes; en un mot, c'est un phénomène physique qui persiste à s'accomplir dans l'organisme

végétal une fois que la vie l'a abandonné, et qui est produit par le jeu des seules forces de capillarité et de diffusion.

» Ajoutons que si le liquide, sans être sursaturé, ni même saturé d'acide carbonique, en contient néanmoins une proportion considérable, il y aura encore, à l'obscurité et par l'action des mêmes forces, absorption du gaz dissous, augmentation de la pression intérieure et courant aux orifices du système lacunaire, toutes les fois que l'atmosphère intérieure aura été amenée à contenir une proportion d'acide carbonique moindre que celle que renferme le liquide ambiant. Enfin, si le milieu ne contient qu'une très-faible quantité d'acide carbonique dissous, comme le gaz des lacunes, grâce à la combustion incessante dont le protoplasma des cellules est le siége, n'en est jamais entièrement dépourvu, le courant de diffusion ne se produira pas.

» II. Nous voici amenés maintenant à examiner comment le phénomène physique que nous venons de mettre en évidence se superpose ou succède au phénomène chimique bien connu qui s'accomplit quand on expose la plante à la lumière.

» Les expériences et les analyses dont je donnerai le détail dans mon Mémoire montrent d'abord que, placée à la lumière dans l'eau de Seltz, c'est-à-dire dans un milieu contenant environ cinq fois son volume d'acide carbonique, ayant en outre son système lacunaire rempli d'acide carbonique pur à une pression supérieure à celle de l'atmosphère, la plante submergée décompose dans ses cellules vertes l'acide carbonique pour en fixer le carbone et en dégager l'oxygène. Ainsi, le courant physique de diffusion, même quand il est le plus intense possible, n'empêche pas le dégagement d'oxygène, le courant chimique de s'établir, et les deux courants se mêlent dans les canaux internes pour venir s'échapper par le même orifice.

» Nos expériences établissent en outre que le courant d'oxygène cesse instantanément à l'obscurité et elles confirment ainsi, pour les plantes submergées, le résultat obtenu par M. Boussingault sur les feuilles de laurier-rose. Mais alors, comment se fait-il donc que lorsqu'une plante submergée a été soumise pendant quelque temps à l'action de la lumière, le courant qu'elle dégage peut se continuer ensuite à l'obscurité, quelquefois pendant plus de trois heures? J'ai en effet établi ce fait en 1866, dans une série d'expériences où, en imitant les conditions naturellement réalisées dans les étangs et les marais, j'étudiais les plantes dans le milieu même où elles s'étaient développées, c'est-à-dire dans de grands vases où l'humus en voie de décomposition entretenait sans cesse une forte proportion d'acide car-

bonique dissous. Trouvant au gaz dégagé dans les premiers temps du séjour à l'obscurité une composition presque identique à celle du gaz recueilli à la lumière, j'en avais conclu que la réduction continuait à l'obscurité, et j'avais admis, pour expliquer le fait, la persistance de l'action lumineuse par une sorte de phosphorescence. Aujourd'hui le phénomène de diffusion que nous avons étudié plus haut nous permet de rectifier cette interprétation et de mieux comprendre le résultat de notre ancienne expérience. La formation d'oxygène cesse instantanément, nous venons de le voir; mais le courant continue néanmoins, c'est-à-dire que le courant de diffusion qui accompagnait le courant d'oxygène à la lumière continue seul à l'obscurité; des deux phénomènes physique et chimique qui s'accomplissaient en même temps et qui dégageaient leurs produits par le même orifice, le premier seul persiste à l'obscurité. L'atmosphère intérieure contient, en effet, au moment où la lumière cesse d'agir, une très-forte proportion d'oxygène et très-peu d'acide carbonique, tandis que le liquide, dans les circonstances où nous nous placions pour imiter les conditions naturelles, renferme une grande quantité de ce dernier gaz. Celui-ci traverse donc le tissu des feuilles et des racines, se diffuse dans le système lacunaire et y détermine un accroissement de pression qui se traduit par un courant à l'orifice; le gaz dégagé contient une proportion d'abord faible, puis de plus en plus grande d'acide carbonique, et une proportion d'abord considérable puis de plus en plus petite d'oxygène, et le courant ne s'arrête que lorsque l'atmosphère intérieure a la même composition et la même pression que l'atmosphère dissoute. Telle est l'explication de ce courant continuateur; dans les conditions actuelles, il résulte du courant chimique auquel il doit ses conditions d'existence, et il est encore, par conséquent, un effet, mais un effet secondaire de l'insolation primitive; sa durée ne dépend, d'ailleurs, que de la composition du gaz intérieur au moment où la lumière cesse d'agir et de la proportion d'acide carbonique dissous. L'équilibre une fois atteint, si l'on soumet de nouveau la plante à la lumière, de l'oxygène se forme, se diffuse dans les canaux internes, y détermine un accroissement de pression et par suite un courant où la proportion d'oxygène va en croissant et celle d'acide carbonique en diminuant; qu'après un temps notable on fasse cesser l'action lumineuse, et le courant diffusif se manifestera de nouveau à l'obscurité et viendra rétablir l'équilibre entre les deux atmosphères, et ainsi de suite.

» Il résulte, enfin, de ce qui précède que, si le liquide ne contient qu'une très-faible proportion d'acide carbonique, ou encore si, avec une forte pro-

portion de ce gaz, on ne fait agir la lumière que pendant un temps assez court pour que l'équilibre de composition ne soit pas sensiblement rompu, le courant de diffusion ne se produira pas, il n'y aura pas continuation à l'obscurité: c'est ce que l'expérience confirme.

» C'est ainsi que se superposent et se succèdent, dans l'organisme submergé, ces deux phénomènes essentiellement distincts, dont l'un, chimique, a son siége dans la chlorophylle, exige le concours de la lumière et dépend de la vie du protoplasma, et dont l'autre, physique, réside dans les membranes cellulaires et dans la nature liquide de leur contenu, est indépendant de la lumière et résiste à la destruction des propriétés vitales du protoplasma. »

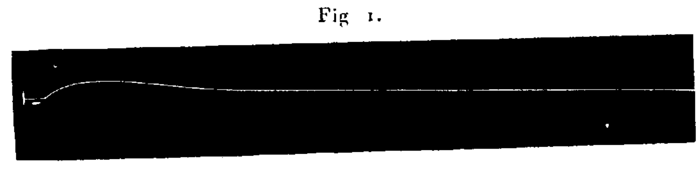
PHYSIOLOGIE. — *De la contractilité des poumons. Des rapports du nerf pneumogastrique avec la respiration. D'une cause non encore signalée de mort subite.* Note de **M. P. Bert**, présentée par M. Claude Bernard.

« A. *Contractilité pulmonaire.* — La contractilité du tissu pulmonaire, dont l'existence avait été considérée comme démontrée à la suite des expériences de Ch. Williams, a été mise en doute par les recherches récentes de plusieurs physiologistes allemands, et on a pu dire justement que « si l'existence des fibres musculaires des bronches est incontesta-
» ble, il n'y a rien de fixé ni sur leur mode d'action, ni sur leur innervation
» (Hermann). »

» Or les expériences auxquelles je me suis livré me permettent d'affirmer que le tissu des poumons est contractile, et que sa contraction a lieu sous l'influence du nerf pneumogastrique. J'ai employé, pour mettre ce fait en évidence, la méthode graphique : l'air que la contraction des fibres musculaires des bronches fait sortir des poumons soulève un levier, et le tracé fourni par ce levier emporte ainsi la preuve de cette contraction même.

» Le tracé que je donne en exemple (*fig.* 1), a été obtenu par la galva-

Fig. 1.



nisation instantanée (en —) du nerf pneumogastrique dans la région du cou, sur un animal chez qui ce nerf est, en cet endroit, séparé du grand

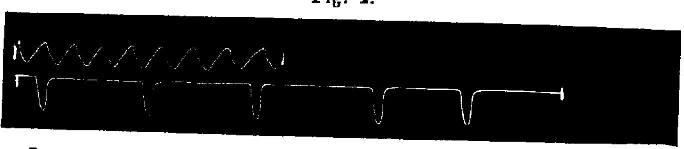
sympathique. On voit que cette contraction est lente à se produire, et dure assez longtemps après l'excitation.

» J'ai constaté la contraction des poumons chez les mammifères (chien, chat, lapin), et chez les reptiles (tortue, lézard), où elle est beaucoup plus forte. Chez les serpents, la partie spongieuse des poumons est seule contractile, le sac qui y fait suite ne l'est pas.

» Quand on coupe un pneumogastrique au cou, le périphérique cesse de pouvoir agir à peu près en même temps sur le poumon, le cœur et l'œsophage, c'est-à-dire en quatre ou cinq jours (chez les mammifères). La contractilité même du poumon finit par disparaître (en moins de deux mois), et cependant le poumon reste parfaitement sain, et possède encore, par exemple, ses cils vibratiles.

» B. *Influence de la section des deux pneumogastriques sur le rhythme respiratoire.* — J'ai constaté cette influence mortelle depuis si longtemps signalée, et l'altération singulière du rhythme chez tous les vertébrés aériens, même chez les reptiles; j'ai employé, pour en étudier les phases, la méthode graphique. Il m'a été ainsi facile de constater des détails qui prêtent à des observations curieuses, mais dont l'énoncé m'entraînerait trop loin. Je dois me contenter de mettre sous les yeux de l'Académie (*fig.* 2) deux

Fig. 2.



Les tracés se lisent de gauche à droite; l'abaissement de la ligne correspond à l'inspiration; une longueur de 1 centimètre mesurée sur l'axe des abscisses correspond à sept secondes environ.

tracés qui montrent : le premier, le rhythme régulier de la respiration chez un canard; le second, ses altérations quelques minutes après la section des deux pneumogastriques : les caractères principaux sont : amplitude augmentée, inspiration brusque, expiration brusque suivie d'un long temps d'arrêt.

» C. *Influence de l'excitation du nerf pneumogastrique sur le rhythme respiratoire.* — On sait, depuis les expériences de MM. Traube et Claude Bernard, que l'excitation électrique du bout central du nerf pneumogastrique arrête momentanément la respiration. Mais l'incertitude la plus étrange règne sur la phase pendant laquelle a lieu cet arrêt; suivant Traube, Cl. Bernard, Snellen, etc., il a lieu en inspiration; suivant Budge, Eckhard, Owsjannikow, etc., il a lieu en expiration.

» Plus récemment, Rosenthal, dans un travail considérable qui paraît avoir enfin fixé les incertitudes des physiologistes, croit avoir établi que l'excitation du nerf pneumogastrique arrête les mouvements respiratoires en inspiration, par contraction durable du diaphragme et des autres muscles inspirateurs. Mais, selon lui, l'excitation du nerf laryngé supérieur produit un effet inverse, c'est-à-dire l'arrêt en expiration, par relâchement du diaphragme et tétanisation des mucles expirateurs. L'apparente contradiction des expérimentateurs cités plus haut, tiendrait à ce que les courants électriques portés sur le pneumogastrique auraient, dans quelques cas, été exciter, par dérivation, le nerf laryngé supérieur. Cette double assertion a été universellement acceptée et est enseignée aujourd'hui dans tous les livres classiques. Elle a eu pour conséquence, on le comprend, une théorie particulière de la respiration, basée sur le rôle alternatif et opposé des nerfs pneumogastrique et laryngé supérieur.

» Or les résultats graphiques de plusieurs centaines d'expériences faites sur les mammifères, les oiseaux et les reptiles m'ont contraint de renoncer aux idées de Rosenthal. Il n'y a aucun rapport entre le pneumogastrique et les muscles inspirateurs d'une part, entre le laryngé supérieur et les muscles expirateurs d'autre part.

» J'ai pu, en effet, obtenir des arrêts en expiration par l'excitation seule du pneumogastrique, en me mettant à l'abri des courants dérivés, et, réciproquement, des arrêts en inspiration par l'excitation du nerf laryngé supérieur. Mes observations si nombreuses, et dont l'exactitude même est garantie par les tracés graphiques, me permettent de formuler les conclusions suivantes :

» 1° La respiration peut être arrêtée par l'excitation du nerf pneumogastrique, du nerf laryngé supérieur et de la branche nasale du nerf sous-orbitaire;

» 2° Cet arrêt peut avoir lieu soit en expiration, soit en inspiration, par un quelconque de ces nerfs, sans qu'on puisse accuser l'intervention d'un courant dérivé;

» 3° Une excitation faible accélère la respiration; une excitation plus forte la ralentit (et cela pour tous les nerfs centripètes); une excitation très-forte l'arrête (spécial aux nerfs sus-mentionnés) : ces mots de *faible* et *fort* n'ayant, bien entendu, qu'un sens relatif, pour un animal donné et dans des conditions données;

» 4° Quand les mouvements respiratoires sont complétement arrêtés, il

en est de même des mouvements généraux de l'animal, qui demeure immobile;

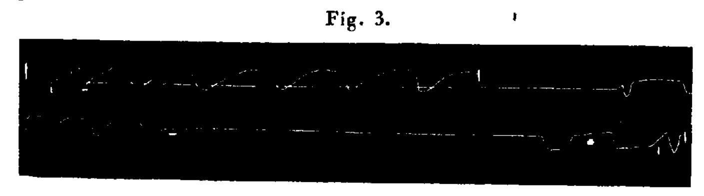
» 5° La respiration revient pendant l'excitation même;

» 6° L'arrêt en expiration est plus facile à obtenir que l'arrêt en inspiration; il y a même des animaux chez lesquels il est impossible d'obtenir celui-ci;

» 7° Si l'on emploie une excitation assez forte pour arrêter la respiration en inspiration, on peut faire cesser instantanément les mouvements respiratoires, au moment même où l'excitant est appliqué (inspiration, demi-expiration, expiration), et cela en agissant soit sur le pneumogastrique, soit sur le laryngé.

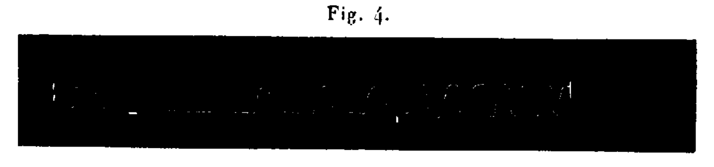
» A l'appui de ces propositions, l'espace ne me permet de présenter que les deux figures suivantes :

Fig. 3.



Galvanisation du pneumogastrique chez un chien : 1er tracé, arrêt en inspiration pendant quarante-sept secondes; 2e tracé, arrêt en demi-expiration pendant trente-quatre secondes. — (Le signe – indique le début de l'excitation; le signe ı sa cessation.)

Fig. 4.



Excitation mécanique du nerf laryngé supérieur; arrêt en respiration pendant huit secondes.

» D. *Mort subite par excitation du nerf pneumogastrique* (*bout central*), *du nerf laryngé inférieur ou du nerf nasal.* — Quand l'excitation de ces nerfs est assez énergique, elle peut déterminer une mort subite, sans convulsions; la respiration et les mouvements généraux du corps sont immédiatement arrêtés, et l'animal meurt comme foudroyé. J'ai obtenu ainsi la mort chez des mammifères et des oiseaux, notamment chez des canards, fait important, car la soudaineté de la mort chez ces derniers animaux montre qu'elle n'est pas due à une asphyxie (les canards résistent à l'asphyxie de huit à quinze minutes).

» Il s'agit là, probablement, d'une cessation d'action, d'une sidération, par excitation centripète trop forte, de ce centre respiratoire dont le nom de *nœud vital*, tant critiqué, serait en partie justifié.

» Quoi qu'il en soit, certains cas de mort subite consécutifs à une excitation trop forte du larynx (cautérisation ammoniacale, corps étrangers de petit volume), à certaines attaques d'engine de poitrine, etc., trouveront peut-être dans ces faits leur explication. »

MÉTALLURGIE. — *Sur la fabrication des fontes spéciales.* Note de **M. S. Jordan**, présentée par M. Peligot.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie une Note ayant pour objet l'étude des phénomènes calorifiques qui se produisent par l'injection dans un bain de fonte de jets multiples d'air comprimé, de vapeur ou d'oxygène, suivant divers procédés employés ou essayés depuis quelques années dans les aciéries. Cette étude, malgré l'absence ou l'incertitude de quelques coefficients, permet de se rendre compte de divers faits reconnus par la pratique des usines.

» Un des principaux est la distinction des fontes aciérieuses en *fontes chaudes* et *fontes froides*, d'après leur teneur en silicium, distinction sur laquelle M. Fremy a attiré l'attention dans son Rapport sur la dernière Exposition : l'*Acier en* 1867. Mon travail met en évidence le rôle calorifique du silicium, dont la présence, loin d'être nuisible, est essentielle pour la fabrication des aciers Bessemer doux, et fait ressortir l'utilité qu'il y aurait pour la métallurgie à ce qu'un savant autorisé fît connaître la capacité calorifique de ce métalloïde et la quantité de chaleur qu'il engendre en brûlant pour former l'acide silicique.

» La présence du manganèse, si recherchée dans les fontes qu'on affine au bas foyer ou au four à puddler, n'est point aussi utile dans les affinages où le chauffage se fait par combustion intermoléculaire, si l'on peut ainsi parler. Ce métal et le silicium ne peuvent du reste se trouver à côté l'un de l'autre dans la même fonte en proportions notables. Lorsque, dans un haut fourneau, on cherche à produire de la fonte siliciée avec un lit de fusion chargé en manganèse, on ne peut y arriver parce que le métal retient le silicium dans les laitiers à l'état de silicate de manganèse.

» Les fontes les mieux appropriées à la fabrication de l'acier Bessemer ne conviennent pas de même dans l'affinage pour fer au feu comtois. Celles que recherchent les fabricants d'acier puddlé ont été quelquefois repoussées par des maîtres de forges, qui ne pouvaient en fabriquer aisément des fers marchands ou des tôles ordinaires. Pendant longues années, on s'est contenté de dire : les fontes de tel ou tel haut fourneau sont propres à tel ou

tel usage, sans chercher trop à se rendre compte des raisons qui faisaient qu'il en était ainsi. Maintenant, les usines à fonte qui sont au courant du progrès composent leurs lits de fusion d'après les données de l'analyse chimique, au lieu de procéder à l'aveuglette. De l'étude attentive de certains minerais célèbres par la qualité des fontes qu'ils fournissent, on a déduit la composition que doivent présenter des mélanges pour obtenir des fontes analogues. De l'étude et de la composition de certaines fontes reconnues plus appropriées à telle ou telle méthode d'affinage, à telle ou telle application ou qualité de fer, on a déduit la nature des lits de fusion propres à donner des fontes *spéciales* à ces emplois.

» Les hauts fourneaux de Saint-Louis, près Marseille, que j'ai construits en 1855, sous la direction de MM. A. Burat et Briqueler, pour traiter au coke les riches et purs minerais du littoral méditerranéen, sont entrés les premiers dans cette voie. Dès 1856, ils fabriquaient des fontes manganésées au moyen des minerais de fer manganésifères des provinces d'Almeria et de Murcie (Espagne); mais ces fontes n'ont pas eu de suite des applications spéciales dans les forges, qui ignoraient encore leurs qualités distinctives. En 1842, l'usine de Saint-Louis inaugurait la fabrication de fontes au coke désulfurées obtenues par le mélange de minerais oligistes de l'Ile d'Elbe et d'une proportion de bioxyde de manganèse variable avec la teneur en soufre des minerais et des cokes. Dans cette même année (et, antérieurement aux diverses Communications faites à l'Académie sur ce sujet dans ces dernières années), M. Gaulliard, mon collègue, et moi, nous prenions des brevets d'invention pour la désulfuration des fontes au coke par le manganèse, puis pour la fabrication des fontes manganésées blanches et grises pour la désulfuration des fers et des aciers, fabrication qui nous permettait d'offrir un débouché aux bioxydes de manganèse pauvres, ferreux ou calcaires, repoussés par les fabriques de chlorures décolorants. Nous avions étudié, dans le laboratoire installé à l'usine depuis sa création, l'action désulfurante du manganèse, et reconnu qu'il retenait le soufre dans les laitiers basiques à l'état de sulfure de manganèse. Mais, quelques mois plus tard, ayant pu étudier mieux les travaux de nos devanciers, en Allemagne surtout, je reconnaissais que notre invention n'était pas nouvelle, et nous abandonnions nos brevets, qui contenaient du reste, à côté des faits déjà indiqués, des prévisions non justifiées par la pratique.

» Les fontes au coke épurées et manganésées de Saint-Louis ont été rapidement appréciées par les fabricants d'acier. Dès l'année 1861, un des grands fabricants d'acier puddlé du bassin de la Loire, M. Verdié, les em-

ployait aux lieu et place des fontes au charbon de bois venant de Corse et d'Algérie, qui alimentaient sa fabrication. Bientôt d'autres aciéries en faisaient autant, et on cessa de croire et de dire que les fontes au charbon de bois étaient indispensables pour l'obtention des aciers puddlés.

» En 1862, nos fontes étaient essayées pour acier Bessemer, dans l'usine de Saint-Seurin, par MM. Jackson et Cie, importateurs de cette méthode en France; et, après quelques tâtonnements, elles entraient dans la consommation de cette usine en concurrence avec les fontes d'hématite anglaises qui jusqu'alors avaient été les seules employées, et dont j'avais pu voir la fabrication dans le district des Lacs (Angleterre). Depuis 1862, la fabrication des fontes à Bessemer, guidée par les recherches analytiques constantes des ingénieurs de l'usine, a continué à progresser, et les hauts fourneaux de Saint-Louis fournissent des fontes chaudes et froides à plusieurs aciéries.

» En 1863, nous commençâmes à faire essayer les fontes de Saint-Louis pour la fabrication des fers fins au bois dans les feux d'affinerie de Franche-Comté, en concurrence avec les fontes du pays au charbon de bois, qui coûtaient alors plus de 165 francs les 1000 kilogrammes. Après une réussite complète dans les forges de M. Meiner-Japy, à l'Isle-sur-le-Doubs, la substitution des fontes au coke s'est effectuée, et actuellement on n'emploie presque plus, dans l'est de la France, pour fabriquer les fers fins au bois, que des fontes au coke coûtant 125 francs environ la tonne rendue dans les usines; sans cette substitution, les forges comtoises eussent dû s'éteindre devant l'invasion des fers de Suède, due aux derniers traités de commerce. Le succès des fontes de Saint-Louis leur amena des concurrents : les hauts fourneaux de Bessèges, de Givors, du Creusot suivirent plus ou moins vite l'exemple donné, et maintenant l'emploi des minerais manganésés d'Espagne et d'Algérie est presque général.

» A la suite d'un voyage fait en 1864 dans le pays de Siegers (dont j'ai rendu compte dans un ouvrage que j'ai l'honneur d'offrir à l'Académie), l'usine de Saint-Louis fit un pas de plus dans la voie de la fabrication des fontes spéciales, en abordant la production si difficile des fontes miroitantes à forte teneur en manganèse (7 à 10 pour 100) dites *spiegeleisen*, qui jusqu'alors était localisée dans les usines prussiennes de Westphalie. Actuellement les *spiegeleisen* de Saint-Louis ont remplacé les fontes prussiennes dans presque toutes les aciéries Bessemer de France. On a pu encore fabriquer d'autres fontes spéciales, telles que celles pour moulages de grande ténacité et celles pour fonte malléable qui ont en partie remplacé les fontes

d'hématite anglaises au charbon de bois dites *lorn*, les seules employées par beaucoup de fabricants. Actuellement on fabrique dans beaucoup d'usines des fontes similaires à celles des hauts fourneaux de Saint-Louis, auxquels reste l'honneur d'avoir montré le chemin.

» Il faut ajouter, à propos de l'action désulfurante du manganèse, qu'elle n'est point absolue, et qu'elle est plus sensible peut-être dans l'affinage des fontes manganésées que dans la fabrication des fontes avec des lits de fusion manganésifères. Les analyses suivantes de fontes de Saint-Louis, faites à l'usine par M. de Vathaire, le montreront :

	Carbone total.	Graphite.	Silicium.	Manganèse.	Soufre.
Fonte truitée n° 5, pour moulage........	2,972	1,581	1,001	0,545	0,200
» grise extrasiliceuse, pour Bessemer.	3,636	3,426	4,893	0,836	0,015
» grise fine n° 1, pour feu comtois...	4,445	3,245	1,700	2,872	0,025
» blanche miroitante n° 2..........	5,206	0,527	0,402	7,270	0,005

» La fonte pour Bessemer, peu manganésée, est moins sulfureuse que la fonte grise pour feu comtois, qui est manganésée, et cela grâce au laitier ultrabasique avec lequel la première est fabriquée. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les chlorures d'acétylène et sur la synthèse du chlorure de Julin;* Note de **MM. Berthelot** *et* **Jungfleisch**, présentée par M. Balard.

« 1. On sait avec quelle énergie le chlore agit sur l'acétylène, dont il détermine en général l'inflammation immédiate; ce n'est que dans des circonstances exceptionnelles qu'il a donné naissance à un chlorure liquide, $C^4H^2Cl^2$, comparable à la liqueur des Hollandais. Cependant la théorie indique l'existence de deux chlorures, $C^4H^2Cl^2$ et $C^4H^2Cl^4$, qu'il nous a paru intéressant de rechercher; d'autant plus que les transformations de ces chlorures semblaient devoir conduire à un acétylène bichloré, C^4Cl^2, qui offre à l'égard du chlorure de Julin les mêmes relations de formule que l'acétylène, C^4H^2, offre à l'égard de la benzine, $C^{12}H^6$. Nous avons en effet réussi à former les deux chlorures d'acétylène, et nous avons transformé l'un d'eux à 360 degrés en chlorure de Julin. Voici nos expériences.

» 2. Au lieu de faire agir l'acétylène sur le chlore libre, nous l'avons fait agir sur le chlore déjà combiné à un protochlorure, c'est-à-dire sur le perchlorure d'antimoine. L'acétylène sec est en effet absorbé par ce chlorure avec un vif dégagement de chaleur, dégagement qu'il est nécessaire de modérer de façon à maintenir le mélange liquide, sans permettre ni

une surchauffe qui changerait la réaction, ni un refroidissement trop grand, qui solidifierait la masse. Le réactif étant presque saturé, on le laisse refroidir, et il s'y forme de magnifiques lamelles cristallines, fort volumineuses et qui semblent appartenir au système du prisme rhomboïdal droit : c'est une combinaison d'acétylène et de perchlorure d'antimoine, à équivalents égaux :

$$C^4H^2SbCl^5.$$

» On la purifie en l'égouttant, puis en évaporant l'excès de perchlorure d'antimoine dans un courant d'acide carbonique sec.

» Ce composé est fort altérable ; l'eau le détruit immédiatement. Si on le chauffe seul, il développe une réaction énergique qui, une fois commencée, continue d'elle-même, en donnant naissance à du protochlorure d'acétylène et à du protochlorure d'antimoine,

$$C^4H^2.SbCl^5 = C^4H^2Cl^2 + SbCl^3.$$

» Opère-t-on au contraire sur le composé précédent dissous dans un excès de perchlorure d'antimoine, il se produit une réaction plus violente encore, et qui donne naissance à du protochlorure d'antimoine et à du perchlorure d'acétylène,

$$C^4H^2SbCl^5 + SbCl^5 = C^4H^2Cl^4 + 2SbCl^3.$$

» Disons, pour ne rien omettre, que, dans ces deux réactions, il se forme une quantité sensible d'acide chlorhydrique et de produits goudronneux, dont la proportion augmente beaucoup lorsqu'on abandonne quelque temps à lui-même le composé primitif, avant de le détruire par la chaleur.

» 3. *Protochlorure d'acétylène*, $C^4H^2Cl^2$. — La réaction qui engendre ce corps vient d'être signalée. Pour le préparer, on commence par opérer sur de petites quantités du composé acétylantimonique, afin d'éviter les actions secondaires qui résultent d'une trop grande élévation de température. Puis on incorpore aux résidus des premières opérations des quantités toujours croissantes du composé acétylantimonique, désormais disséminé dans une masse inerte de plus en plus considérable. On distille en refroidissant fortement les produits condensés ; on les lave à l'eau froide. D'autre part, le résidu de la cornue est traité par l'acide chlorhydrique étendu, de façon à dissoudre le chlorure d'antimoine, tandis que le chlorure d'acétylène se précipite sous forme liquide. Dans la pratique, au lieu d'opérer sur le composé $C^4H^2SbCl^5$ tout à fait pur, composé dont la purification est pénible et délicate, on opère sur ce composé mêlé avec une certaine proportion de perchlorure d'antimoine, et l'on obtient dès lors un mélange des deux

chlorures d'acétylène. On les lave à l'eau, on les sèche sur du chlorure de calcium et on les sépare par distillation fractionnée.

» Le protochlorure d'acétylène est un liquide limpide et incolore, très fluide, doué d'une odeur forte et chloroformique; sa vapeur possède une saveur sucrée et donne des maux de tête. Il bout vers 55 degrés. L'air humide l'altère. L'eau l'attaque lentement en vase clos à 180 degrés, en produisant de l'acide chlorhydrique et des composés condensés. Chauffé vers 360 degrés pendant cent heures dans un tube scellé, il se décompose entièrement en charbon noir et feuilleté et en acide chlorhydrique,

$$C^4H^2Cl^2 = C^4 + 2HCl,$$

sans produits secondaires sensibles.

» 4. *Perchlorure d'acétylène*, $C^4H^2Cl^4$. — Ce corps est facile à préparer en suivant la même marche que pour le premier chlorure, si ce n'est qu'on emploie un excès de perchlorure d'antimoine. Toutefois, il faut, pendant la réaction finale, opérer avec beaucoup de prudence pour éviter les explosions. On peut encore faire arriver directement l'acétylène dans le perchlorure d'antimoine chauffé, mais non sans risque de détonation.

» Le perchlorure d'acétylène est liquide, incolore, fluide, à odeur et à saveur chloroformiques. Il bout vers 147 degrés. Chauffé à 180 degrés avec de l'eau, il s'altère lentement avec formation d'acide chlorhydrique. Introduit dans une atmosphère de chlore, il se change en sesquichlorure de carbone, C^4Cl^6. L'action très-ménagée de la potasse alcoolique lui enlève un équivalent d'acide chlorhydrique, avec formation d'un protochlorure d'acétylène chloré, $C^4HCl.Cl^2$:

$$C^4H^2Cl^4 + KHO^2 = C^4HCl.Cl^2 + KCl + H^2O^2,$$

liquide incolore qui bout à 88 degrés; l'humidité l'altère, et la potasse alcoolique le détruit, sans que nous ayons pu réussir à obtenir dans cette opération l'acétylène bichloré, C^4Cl^2, prévu par la théorie.

» L'étude comparative des dérivés chlorés de l'acétylène et des dérivés isomériques de l'éthylène soulève des questions d'isomérie fort importantes et sur lesquelles nous nous proposons de revenir.

» 5. *Synthèse du chlorure de Julin.* — L'action de la chaleur sur le perchlorure d'acétylène est des plus remarquables. Chauffé à 300 degrés pendant quinze heures dans un tube scellé, il se change en protochlorure d'acétylène chloré et acide chlorhydrique,

$$C^4H^2Cl^4 = C^4HCl.Cl^2 + HCl.$$

» En prolongeant l'action, on voit apparaître, au lieu de l'acétylène bichloré, son polymère, le chlorure de Julin, quoique seulement à l'état de traces à cette température. Mais il suffit de porter la température jusqu'à 360 degrés et de la maintenir pendant cent heures pour transformer nettement et complétement le perchlorure d'acétylène (ou plutôt le chlorure intermédiaire) en acide chlorhydrique et chlorure de Julin,

$$3C^4H^2Cl^4 = C^{12}Cl^6 + 6HCl.$$

» Or le chlorure de Julin est identique avec la benzine perchlorée, d'après les expériences de M. Bassett et les nôtres. Ce chlorure résulte donc de la transformation polymérique de l'acétylène bichloré naissant,

$$3C^4Cl^2 = C^{12}Cl^6,$$

au même titre que la benzine résulte de la transformation polymérique de l'acétylène libre,

$$3C^4H^2 = C^{12}H^6.$$

» Ces relations expliquent très-nettement la formation si générale du chlorure de Julin dans la destruction des composés chlorés par la chaleur. En effet cette formation répond à la formation non moins générale de la benzine dans la destruction des composés hydrogénés. L'une et l'autre se rattachent à l'acétylène, pivot fondamental de toutes les réactions pyrogénées qui s'opèrent à la température rouge. »

PHYSIQUE. — *Sur les points de fusion et d'ébullition ; par* **M. G. Fleury.** (Extrait.)

« La détermination des températures nécessite le plus souvent une correction relative à la partie de la colonne mercurielle qui n'est pas plongée dans le milieu chaud : on l'effectue en prenant la température des couches d'air voisines de la tige du thermomètre avec un autre instrument. Or cette évaluation présente une grande incertitude à cause des courants gazeux qu'occasionne la source de chaleur ; d'ailleurs cette température varie d'un point à un autre dans le sens vertical. Cependant la correction qu'il s'agit de calculer est considérable, puisqu'elle peut atteindre 10 ou 15 degrés.

» Il est pourtant de la plus haute importance pour caractériser les corps d'en bien fixer les points de fusion ou d'ébullition. Voici un moyen rigoureusement exact d'y parvenir. En plongeant entièrement la colonne mercurielle dans le bain, on supprime toute correction. Mais si l'on détermine

un point de fusion en plaçant de petits fragments du corps à la surface du mercure contenu dans un vase en verre de Bohême, on ne peut pas donner au bain une grande profondeur, car la température cesserait peut-être d'être la même dans toute la masse. Prenons alors un thermomètre métastatique et faisons passer dans la chambre supérieure assez de mercure pour que, à la température que l'on veut connaître *avec précision*, le sommet de la colonne se trouve tout près du réservoir et soit à peine soulevé au-dessus du milieu ambiant; nous aurons résolu la difficulté.

» Après avoir déterminé la position du mercure dans la tige au moment où le corps subit la fusion, il faut chercher à quelle température elle correspond. Pour cela on fixe le thermomètre à côté d'un thermomètre étalon dans un bouchon placé sur un tube de verre assez long pour que les colonnes y soient immergées dans du mercure. Ce tube est lui-même plongé dans un bain d'huile du volume de 1 litre au moins et plus haut que large. On chauffe avec un brûleur de Bunsen dont on peut varier à volonté le pouvoir calorifique de façon à reproduire la température inconnue. »

M. le Dr Pitet adresse, pour le concours des prix de Médecine et de Chirurgie, un Mémoire sur les applications de l'électricité à la thérapeutique, et ayant pour but de corroborer et de bien préciser les principes et la méthode d'électrisation exposés dans un premier Mémoire présenté en 1866.

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

M. Becker adresse, pour le concours du prix Bréant, une Lettre accompagnant une Note imprimée en allemand sur le traitement du choléra et une copie d'une autre Note sur le même sujet qu'il avait adressée en 1866 à l'Académie.

(Renvoi à la Commission du prix Bréant.)

M. Armand de Lourmel adresse un Mémoire intitulé : « La Théorie du tir de la chasse ».

(Commissaires : MM. Piobert, Séguier et Morin.)

M. Adolphe Saint-Louis adresse de Sorel (Canada), un Mémoire sur « la Science de l'électrologie », et témoigne le désir que cet ouvrage soit adressé à S. M. l'Empereur.

(Renvoyé à l'examen de MM. Becquerel, Ed. Becquerel et Jamin.)

M. **Liandier** adresse une « Notice sur le phénomène du maximum des étoiles filantes du mois d'août 1869 ».

M. **Manificat** demande que la Commission chargée d'examiner ses appareils pour le balayage des rues (balayeuse et boueuse) veuille bien faire connaître son jugement.

(Renvoi à la Commission.)

M. **Leprestre** adresse la même demande relativement à un travail sur la destruction des mans, qu'il a soumis au jugement de l'Académie.

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

M. le **Secrétaire de la Société Zoologique de Londres** demande divers numéros des *Comptes rendus* qui n'ont pas été reçus par la Société.

(Renvoi à la Commission administrative.)

M. le **Directeur du journal anglais** *The Lancet* demande l'échange des *Comptes rendus* avec son journal.

(Renvoi à la Commission administrative.)

M. **Pascal**, Directeur du journal intitulé le « Mouvement médical », adresse la même demande.

(Renvoi à la Commission administrative.)

La séance est levée à 5 heures et demie. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 23 août 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

Considérations sur l'enseignement agricole en général et sur l'enseignement agronomique au Muséum d'Histoire naturelle en particulier; par M. Chevreul. Paris, 1869; br. in-8°.

Note sur la fabrication de l'acier fondu par affinage de la fonte avec chauf-

fage par combustions intermoléculaires; par M. S. JORDAN. Paris, 1869; br. in-8°.

Note sur la fabrication des fontes d'hématite dans le North-Lancashire et le Cumberland; par M. S. JORDAN. Paris et Liége, 1862; br. in-8°.

État actuel de la métallurgie du fer dans le pays de Siegen (Prusse), et notamment de la fabrication des fontes aciéreuses; par M. S. JORDAN. Paris et Liége, 1864; in-8°.

(Ces trois derniers ouvrages sont présentés par M. Peligot.)

Ponts et chaussées. Département de la Sarthe. Profils géologiques des routes du département, dressés avec le concours de M. TRIGER, *sous la direction de* MM. DE CAPELLA, DUFFAUD, MARTIN *et* THORÉ; *par* M. GUILLIER. Paris, 1868; in-4°.

Le phénomène du flot courant à propos du naufrage de la frégate russe Alexandre Newski; *par* M. le comm. Al. CIALDI. Rome, 1869; br. in-8°. (Présenté par M. de Tessan.)

Cours de navigation et d'hydrographie; par M. Ed. DUBOIS. Paris, sans date; in-8°. (Présenté par M. de Tessan.)

Les mouvements de la mer, ses invasions et ses relais sur les côtes de l'océan Atlantique, etc.; par M. L. QUENAULT. Coutances, 1869; br. in-8°.

Notice sur les Reptiles fossiles des dépôts fluvio-lacustres crétacés du bassin à lignite de Fuveau; par M. P. MATHERON. Paris, 1869; br. in-8°.

Flore de la Normandie; par M. A. DE BRÉBISSON. Caen et Paris, 1869; in-12.

Mémoires de la Société académique de Maine-et-Loire, t. XXIII : *Lettres et arts;* t. XXIV : *Sciences*. Angers, 1868; 2 vol. in-8°.

La Trigonométrie considérée sous un nouveau point de vue et nouvelles combinaisons pour les tables logarithmiques; par M. P. HENRIOT. Joinville, 1869; br. in-8°. (10 exemplaires.)

Annales du Conservatoire impérial des Arts et Métiers, n° 31, t. VIII, 3e fascicule. Paris, 1868; br. in-8°. (Présenté par M. le Général Morin.)

Soluzione... *Solutions et démonstrations de quelques problèmes et théorèmes sur les séries doubles; par* M. S. GHERARDI. (Présenté par M. Chasles.)

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 AOUT 1869.

PRÉSIDENCE DE M. CLAUDE BERNARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Réponse à la Lettre de* M. Lockyer, *insérée dans le* Compte rendu *du* 16 *août*. — *Sur les bandes noires dans les étoiles des quatrième et troisième types*. Lettre du **P. Secchi** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Rome, ce 23 août 1869.

» Je viens de recevoir le *Compte rendu* du 16 août dans lequel est insérée la réponse de M. Lockyer à ma dernière Communication. Comme ce n'est pas moi qui ai commencé ce débat, je prie l'Académie de me permettre pour la dernière fois une petite réplique.

» 1° M. Lockyer cherche à mettre en contradiction la couche à spectre continu avec ce que j'ai dit *que l'élargissement des raies constaté dans le noyau se reproduit près du bord*. M. Lockyer confond ici ce qui se voit à l'*intérieur* du disque dont je parle dans cette phrase, avec ce que j'ai dit dans une autre phrase du spectre continu qui reste à l'*extérieur* du disque. De cette manière la contradiction disparaît complétement (p. 453).

» 2° Quant à mon autre assertion, qu'il prétend aussi contenir une contradiction, sur la largeur des raies qui, étant plus grande à la base, prouve l'*influence de la pression supérieure*, je prie M. Lockyer d'observer que je n'ai nié en aucune manière que la pression puisse produire ces effets,

mais que j'ai dit simplement que l'irradiation et aussi l'intensité de la lumière pourraient bien y contribuer. Cette seconde contradiction ne subsiste donc pas plus que la première.

» 3° Je n'ai jamais jeté de doute sur la véracité de M. Lockyer comme il l'insinue, p. 454, lig. 18. Cela a toujours été loin de ma pensée. Mais j'ai dit que le renversement observé par moi était bien différent de celui qu'il a vu. J'ai vu (et je le maintiens, car l'observation a duré deux heures et je ne me suis pas trompé) renversée seulement une raie du magnésium, et j'ai constaté que l'intervalle entre les deux autres était devenu plus brillant. Cela explique, du reste, la *double* raie brillante vue dans l'éclipse par M. Rayet, qui en a vu *deux* et non *trois*. Cela n'empêche pas la vérité de l'assertion de M. Lockyer qui dit avoir vu les raies toutes trois renversées. Mais cela serait une observation différente et qu'on ne peut confondre, ni par le fait ni par la date, avec la mienne.

» 4° Je ne m'occuperai pas de ce qui regarde les théories; parce que si moi-même j'ai essayé quelque chose, dans ce sens, je crois que cela peut bien se faire tout en admettant une insuffisance d'un côté et de l'autre, Mais pour ce qui regarde l'inexactitude qui ressortirait d'avoir affirmé que les masses suspendues dans l'atmosphère du Soleil sont le résultat des observations antérieures des éclipses, la chose est si bien connue, que je ne m'y arrêterai pas. M. Mathieu le premier et après lui un grand nombre d'observateurs ont constaté les arcs rosés outre les proéminences : or, ce n'est pas cela qui constitue ce que M. Lockyer a appelé *chromosphère*. Le nom sans doute appartient à M. Lockyer, mais la chose existait bien avant qu'il eût employé cette dénomination.

» 5° M. Lockyer demande une démonstration de l'existence de ce milieu dans lequel peuvent nager ces masses d'hydrogène. Je lui répondrai qu'il n'en faut pas chercher une ailleurs que dans le fait de leurs formes définies elles-mêmes, et que cette atmosphère est bien sensible dans les éclipses à une distance bien plus grande que n'atteignent les proéminences et que nos photographies du *Desierto* nous ont signalé la forme elliptique de cette enveloppe plus relevée à l'équateur qu'aux pôles du globe solaire. Cette atmosphère peut bien contenir de l'hydrogène plus froid et d'autres gaz raréfiés, bien que l'hydrogène soit le plus léger des gaz (ce qui est bien connu), mais que par la diffusibilité propre à toutes les substances gazeuses il peut se mêler à d'autres d'un poids spécifique plus grand.

» 6° Je ne comprends pas ce que M. Lockyer dit relativement aux vapeurs de sodium et de magnésium placés *immédiatement au-dessous de la*

photosphère (p. 456, lig. 5). Je ne sais pas comment on peut admettre la possibilité de constater ce *dessous;* car la profondeur de la photosphère est insondable pour nous. Autrefois j'avais cru moi-même que la profondeur des taches était la mesure de l'épaisseur de la couche photosphérique; mais cette théorie aujourd'hui n'est plus soutenable, et en cela je n'ai pas de difficulté à admettre que je suis maintenant en contradiction avec ce que j'ai avancé autrefois. Jamais je ne rougirai de m'instruire.

» 7° Finalement je vois que M. Lockyer avoue lui-même que les raies brillantes se voient beaucoup mieux à travers les taches. Ce fait est un peu atténué, mais c'est déjà beaucoup. Dans une prochaine Communication je donnerai les détails de mon Journal d'observations sous ce rapport, et l'on verra que c'est précisément d'après cette différence considérable d'absorption élective qu'on doit juger de la constitution intime des matières qui remplissent les cavités des taches. Je n'omettrai pas enfin de dire que, comme dans les observations des bandes de Jupiter, par exemple, un trop fort grossissement nuit pour en saisir bien les nuances, il en est aussi de même dans celles qui nous occupent et dans lesquelles un grossissement et une dispersion trop forts, affaiblissant trop la lumière, peuvent être un obstacle pour reconnaître les différents degrés de lumière.

» Comme une grande partie de cette discussion roule sur des inexactitudes provenant de ce que mes Communications ont été trop abrégées, je prierai l'Académie, dans une prochaine Communication, d'accepter quelques pages de la traduction littérale de mon Journal, dans lequel mes observations sont enregistrées avec les détails nécessaires pour éviter toute interprétation erronée.

» Je terminerai cette Lettre en signalant un fait intéressant que je viens de constater à l'aide des mesures relatives faites dans les étoiles de quatrième et de troisième type.

» Je viens donc de constater que les bandes noires du quatrième se trouvent aussi dans le troisième, et comme ces bandes sont dues au carbone, ce qui paraît incontestable, cette substance est reconnue exister aussi dans le troisième type. Ces bandes sont plus sensibles et mieux tranchées dans les étoiles à colonnade, comme α Hercule, β Pégase, pendant que dans d'autres, comme Arcturus, α Orion, elles sont plus faibles : il paraît qu'en général cette faiblesse est plus marquée dans les étoiles où les raies métalliques ordinaires sont plus saillantes. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission de cinq Membres qui sera chargée de décerner, en 1869, le prix fondé par M. Demazières.

MM. Brongniart, Tulasne, Duchartre, Decaisne et Gay, ayant réuni la majorité des suffrages, composeront cette Commission.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une autre Commission, composée de cinq Membres, qui sera chargée de décerner, pour 1869, le prix fondé par M. Thore.

MM. Tulasne, Milne Edwards, Brongniart, Blanchard et Decaisne, ayant obtenu la majorité des suffrages, sont nommés Membres de cette Commission.

MÉMOIRES LUS.

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Note sur le sauvetage des incendiés; par* **M. Charrière.**

« Préoccupé depuis longtemps des malheurs causés par les incendies, j'ai cherché, dit l'auteur, et j'ai trouvé peut-être le moyen de préserver la vie dans le plus grand nombre des cas. »

Les moyens que propose M. Charrière ne sont pas nouveaux, ce ne sont guère que ceux qui sont généralement usités; mais il leur a fait subir des modifications et des perfectionnements qui en rendent l'usage et plus facile dans leur application et plus efficace.

(Renvoi à la Commission du prix dit des Arts insalubres.)

PHYSIQUE. — *Mémoire sur l'électro-tellurie; par* **M. Zaliwski.**

« Deux hommes illustres, Ampère et Faraday, ont depuis longtemps signalé l'influence de la Terre sur l'électricité. Leurs découvertes, dit l'auteur, permettent un développement basé sur des résultats de laboratoire, et je donne le nom d'*électro-tellurie* à cette étude.

» Je dis que l'action terrestre peut déplacer des corps très-mobiles ou légers qui ne tombent pas; qu'elle exerce des influences directes sur la pile et qu'en somme les meilleurs indicateurs de ces phénomènes, sont les liquides. »

(Commissaires : MM. Ed. Becquerel, Daubrée, Jamin.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉDECINE. — *Résumé d'un Mémoire adressé à l'Académie des Sciences en octobre 1851 par* **M. Abeille.**

« L'auteur rappelle qu'en 1851 (octobre) il adressa à l'Académie des Sciences un Mémoire ayant pour titre : *Effets de l'électricité comme moyen thérapeutique à employer contre les accidents produits par les inhalations d'éther et de chloroforme.*

» Ce travail, basé d'abord sur deux observations cliniques datant de janvier 1847 et janvier 1848, dans lesquelles un malade profondément anesthésié par le chloroforme avait été réveillé instantanément par l'électro-puncture, et une autre personne, en état de mort apparente par suite de la même anesthésie, avait été ramenée à la vie en trois minutes et demie par le même moyen ; ensuite sur cinq expériences sur des chiens vigoureux au moyen de la même pile à auges qui avait servi dans les précédentes opérations, pile de vingt couples de 10 centimètres de côté et réduite à seize couples pour ces dernières expériences, se terminait par les conclusions suivantes :

« 1° Les accidents qui résultent parfois des inhalations de l'éther et du » chloroforme dépendent de troubles imprimés aux systèmes nerveux et » consécutivement aux fonctions qu'ils régissent, comme le sommeil, l'in- » sensibilité, et le relâchement musculaire, obtenus au point désiré pour » soustraire les malades aux douleurs des opérations, n'arrivent que par » un trouble momentané du système cérébro-rachidien.

» 2° L'électricité mise en jeu au moyen d'aiguilles implantées sur divers » points du corps, et notamment sur l'axe cérébro-spinal, réveille promp- » tement le malade, dissipe l'insensibilité et met immédiatement en jeu les » muscles en état de relâchement. Elle constitue, d'après nos expériences, » le moyen le plus prompt, le plus sûr, le seul sur lequel on puisse compter » pour rappeler à la vie des malades chez lesquels les inhalations chloro-

» formiques auraient dépassé les limites prévues par le médecin. C'est, à » notre sens, le moyen thérapeutique auquel on doit s'adresser immédiatement et sans perdre de temps dans ces circonstances déplorables; et, » pour compléter notre pensée, nous dirons que c'est un véritable remède » spécifique. Nous pensons avoir rendu un véritable service à la science » en arrivant à cette découverte. »

» Dans le *Compte rendu hebdomadaire* de l'Académie du 20 octobre 1851, le titre et les conclusions de ce Mémoire avaient été sensiblement modifiés, de telle sorte que ces modifications lui enlevaient une partie de son importance......

» Des nouvelles expériences exécutées sur des lapins comparativement avec une pile à courants continus de faible intensité, comme celle de Remak ou de Grenier, et avec l'appareil induit de Legendre et Morin, qui font la base du nouveau Mémoire que l'auteur soumet à l'Académie, il tire les conclusions suivantes qui lui paraissent indéniables.

» 1° Quand l'anesthésie est poussée au point que la respiration cesse d'une manière complète et définitive, et que le pouls disparaît, le cœur ne donnant plus à l'auscultation et à la palpation aucun signe de contraction, les courants continus appliqués, le pôle positif à l'anus, le négatif à la bouche, tant avec l'appareil de Remak qu'avec celui de Grenier, ne parviennent pas à rappeler les animaux à la vie. L'électro-puncture avec ces mêmes appareils ne produit pas dans ces cas de meilleurs effets.

» L'électro-puncture, au contraire, au moyen de l'appareil induit de Legendre et Morin, portée sur l'axe cérébro-spinal, rappelle quelquefois les animaux à la vie, comme en témoignent deux des expériences : les secousses doivent être espacées de dix en dix secondes.

» 2° Dans un état un peu moins grave, la respiration cessant, mais les battements du cœur étant encore perceptibles à l'auscultation, avec les mêmes appareils à courants continus, on parvient à rappeler parfois les animaux à la vie; avec l'appareil induit et par voie d'électro-puncture, on y parvient plus facilement et plus souvent encore.

» 3° Enfin quand l'anesthésie est très-profonde, mais que la respiration n'a pas tout à fait cessé et que le cœur bat encore ostensiblement, état dans lequel les animaux abandonnés à eux-mêmes périssent toujours, les appareils à courants continus rappellent toujours à la vie; d'où il découle rigoureusement qu'en se servant des appareils continus, il faut, dans les cas très-graves, employer des appareils à forte tension comme celui dont l'auteur faisait usage de 1847 à 1851 et par voie d'électro-puncture.

» 4° Par des vivisections, l'auteur s'est assuré qu'après la cessation complète de la respiration et des battements apparents du cœur et du pouls à la palpation et à l'auscultation, alors que l'animal paraît bien mort, le cœur continue à se contracter encore quoique faiblement pendant seize minutes au moins, avec des intermittences d'arrêt de cinq à huit secondes, et que l'électro-puncture de l'axe cérébro-spinal ranime ses contractions, les rend plus saillantes en même temps qu'elle fait contracter fortement le diaphragme, tandis qu'exercée sur le cœur lui-même elle en fait cesser aussitôt les contractions. Sur trente-huit cas de mort apparente sur l'homme, dans lesquels l'électricité a été employée, cinq fois, ou dans un peu moins d'un sixième des cas, les malades ont été rappelés à la vie.

» Dans ces cinq cas, c'est au moyen de l'électro-puncture que l'électricité a été employée : d'où suit la conclusion rigoureuse : nécessité de recourir à l'électro-puncture. Dans ces cinq cas aussi, l'électro-puncture a été employée immédiatement ou très-peu de temps après l'explosion des accidents : d'où nouvelle conclusion rigoureuse de recourir immédiatement à ce moyen sans perdre de temps.

» Dans les trente-trois autres cas dans lesquels les malades ont succombé, ce n'est que de dix minutes à une demi-heure après qu'on a eu recours à l'électricité. Le temps perdu paraît entrer pour une large part dans les insuccès.

» Enfin sur un total de 94 cas, dont 77 publiés par M. Perrin dans son livre sur l'anesthésie, et 17 recueillis par l'auteur, en défalquant les 38 cas dans lesquels on s'est servi de l'électricité, il reste 56 cas où les malades ont tous fatalement succombé, quels qu'aient été les moyens employés. Donc la clinique confirme, comme ses expériences sur les animaux, que l'électricité est le moyen le plus sûr, le seul sur lequel on puisse compter pour rappeler les malades à la vie. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Mémoire relatif à l'antidote de la nicotine; par* **M. Armand.**

Le but spécial des travaux et des recherches de l'auteur a été de trouver le moyen de détruire le principe vénéneux que contient le tabac, et c'est dans le cresson de fontaine qu'il assure avoir trouvé cet antidote, qui, en détruisant la nicotine, conserve cependant l'arome du tabac.

Il propose en conséquence l'emploi d'une liqueur dont la base serait le cresson de fontaine, avec laquelle il suffirait d'humecter les tabacs à fumer

pour leur enlever leur principe délétère, et qui, prise à l'intérieur, combattrait sûrement les accidents si graves que produit la nicotine.

(Commissaires : MM. Peligot, Bussy, Claude Bernard.)

MÉTÉOROLOGIE. — **M. Ibarra** adresse de Carracas un Mémoire intitulé : « Fumée à Carracas et dans une grande étendue du territoire vénézuélien pendant la saison extraordinairement sèche de l'année 1868-1869 ».

L'auteur établit d'abord que les fumées qui résultent des incendies des champs et des forêts qu'on allume, vers l'époque de Pâques, pour nettoyer les terrains, sont la véritable et unique cause du phénomène qu'on a désigné sous le nom de *brouillards secs*.

Le phénomène observé par M. Ibarra a été beaucoup plus marqué pendant l'année 1868-69, en raison de la grande surface envahie par les incendies qui se sont étendus à toutes les prairies et aux montagnes boisées à la distance de plusieurs centaines de kilomètres de la vallée de Carracas, et aussi à la sécheresse extraordinaire de l'air, qui s'est prolongée pendant près de huit mois, durant lesquels il n'est pas tombé une goutte de pluie.

M. Ibarra décrit avec soin les effets de cette fumée sur la transparence de l'air, sur l'aspect général de l'atmosphère, l'odeur qui régnait partout, etc. Il indique les observations qu'il a faites sous le rapport de la météorologie : hygromètre, baromètre, anémoscope, etc.

L'auteur rappelle encore que l'état pathologique de la ville de Carracas s'est amélioré d'une manière notable pendant la durée des incendies, et que des fièvres, dont quelques-unes offraient un caractère de malignité, ont disparu complétement.

Enfin il a remarqué que des plantes, telles que les Belles-de-nuit (*Cestrum nocturnum*), qui quelques jours avant l'apparition de la fumée répandaient à distance leur agréable odeur, sont devenues tout à fait inodores.

ÉCONOMIE DOMESTIQUE. — *Note sur l'extrait de légumes ; par* **M. P. Guyot.**

Cette Note est le commencement d'un travail entrepris sur l'extrait de légumes. L'auteur ne donne que les quantités en poids d'extrait fourni par divers légumes, se réservant pour plus tard l'étude de cet extrait, son emploi, ses propriétés et les services qu'il est appelé à rendre.

(Commissaires : MM. Payen, Bussy, Decaisne.)

M. **Cyon** adresse, pour le concours des prix de Médecine et de Chirurgie, un résumé de son ouvrage sur l'application de l'électricité à la médecine.

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

M. **Lisle** adresse, pour le concours des prix de Médecine et de Chirurgie, un exemplaire de son ouvrage, intitulé : « Du traitement de la congestion cérébrale et de la folie, avec congestion et hallucinations, par l'acide arsénieux ».

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie, qui décidera si cet ouvrage peut être encore admis au concours pour 1869.)

M. **Rousset** adresse une Lettre concernant ses travaux sur les tubercules.

Cette Lettre, ainsi que les précédentes Communications de l'auteur, sont renvoyées à l'examen d'une Commission composée de MM. Andral, Nélaton et Bouillaud, qui jugera s'il y a lieu d'en faire l'objet d'un Rapport à l'Académie.

CORRESPONDANCE.

M. **le Ministre de l'Intérieur** adresse un ouvrage intitulé : « Recensement du bétail de l'Espagne, arrêté au 24 septembre 1865, et publié par la Junte générale de Statistique ».

MM. Gay et Bouley sont chargés de rendre compte de cet ouvrage écrit en espagnol.

M. **Scharrath** adresse un ouvrage en allemand, intitulé : « Assainissement des espaces fermés, ou aération sans vents coulis, et suppression de toute accumulation de miasmes dans les salles de malades, au moyen d'une ventilation à travers des corps poreux (*Poren-ventilation*). »

M. le général Morin est invité à prendre connaissance de cet ouvrage et à en faire, s'il le juge utile, l'objet d'un Rapport à l'Académie.

M. A. Regnault adresse une Lettre dans laquelle il signale un article du journal anglais *Galignani's messenger*, du 24 août dernier, concernant Newton et la question pendante devant l'Académie.

M. Regnault, devant faire un voyage en Angleterre, se met à la disposition de l'Académie pour recueillir toutes les données qui pourraient tendre à éclairer la question.

L'Académie accueillera avec intérêt tous les renseignements que M. Regnault voudra bien communiquer sur ce sujet.

« Après la lecture de cette Lettre, **M. Chasles** exprime le désir que l'auteur puisse trouver, comme il le fait espérer, quelques pièces des correspondances de Newton, pièces si rares dans les deux volumes de sir David Brewster (*Memoirs of the Life, writings and discoveries of sir Isaac Newton*. Edinb., 1855). Ce n'est que depuis une trentaine d'année, dit-il, que l'on a eu, dans d'autres publications, quelques révélations indirectes et partielles des correspondances du grand géomètre. On sait cependant que les correspondances entre les savants, au XVIIe siècle surtout, étaient très-fréquentes, qu'elles tenaient même une grande place dans leur vie, et que la connaissance en est nécessaire pour apprécier sûrement leurs travaux, et la part qui revient à chacun dans les progrès de la science. M. Chasles rappelle ces paroles de M. Biot, à l'occasion de la précieuse publication de M. F. Baily : *An account of the Rev.* John Flamsteed, etc. (Londres, 1835, in-4°) : « Nous terminerons ce long article en exprimant les vœux les plus » ardents pour voir lever les obstacles qui se sont jusqu'ici opposés à la » publication des Mss. de Newton, qui se trouvent en la possession du » comte de Portsmouth. » (*Journal des Savants*, année 1836, p. 658.) »

« **M. d'Avezac** (de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres) présente à l'Académie des Sciences, de la part de *M. Cornelio Desimoni*, Archiviste de la Banque de Saint-George à Gênes, trois fascicules compris dans les publications de la *Société Ligurienne d'Histoire nationale* qui siége dans la même ville. Ces trois cahiers se rapportent à une étude spéciale, faite principalement par M. Desimoni, avec une part de collaboration de M. Belgrano, Secrétaire de cette Société, sur les anciennes cartes nautiques des marins génois; une recherche générale et un tableau d'ensemble des anciennes cartes génoises connues sont renfermés dans le premier cahier; les deux autres se restreignent à un seul de ces documents, présumé de la fin du XIIIe siècle, ou au moins du commencement du XIVe siècle, lequel con-

siste en un petit Atlas de huit feuilles, reproduit en *fac-simile* à l'aide de la photographie et de la gravure, et devenu, de la part des deux érudits italiens, l'objet d'études et d'éclaircissements étendus, imprimés à la suite des huit planches de l'Atlas.

» Les documents de ce genre veulent être considérés à un double point de vue : celui de l'érudition historique et géographique, dont se préoccupe une autre Académie, à laquelle ce travail a déjà été présenté au nom de MM. Desimoni et Belgrano, et d'une autre part, le point de vue de la Géographie positive et de ses procédés ; il y a sous ce rapport, pour l'Académie des Sciences un intérêt particulier à constater les premiers résultats connus et à suivre les progrès remarquables de ces levés effectifs des côtes de l'Europe et de l'Afrique sur la Méditerranée et sur l'Océan, qui ont pu produire dès le XIVe siècle des tracés d'une incontestable supériorité à l'égard de la masse des publications géographiques ultérieures, avant la réforme accomplie au XVIIIe siècle par Guillaume de l'Isle sous les auspices de l'Académie des Sciences.

» Des admirateurs récents de cette ancienne hydrographie italienne se sont crus autorisés à y voir poindre déjà une application anticipée (et inconsciente) de la formule de développement de la loxodromie dont Gérard Mercator le premier fit emploi en 1569 dans un planisphère célèbre, duquel Édouard Wright, que les Anglais ont voulu lui opposer, avait loyalement reconnu lui-même l'antériorité. La Section de Géographie et Navigation est intéressée à l'éclaircissement de ces questions, et M. d'Avezac, au nom des éditeurs, fait hommage, à ce titre, à l'Académie des Sciences, du petit Atlas hydrographique du moyen âge publié à Gènes par les soins de MM. Desimoni et Belgrano. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur les mouvements propres des taches solaires, et sur le mouvement de rotation du Soleil autour de son axe.* Note de **M. L. Sonrel.**

« *Mouvements des taches en latitude.* — Les taches se déforment, les diverses parties d'un groupe s'approchent ou s'éloignent rapidement les unes des autres, ainsi qu'on l'a souvent constaté depuis les travaux de MM. Laugier, Secchi, Chacornac, Dawes, Carrington, etc. Quelle est la nature de leur mouvement ? Une observation attentive y fait reconnaître une rotation, dont le sens n'est pas indifférent, et, en même temps, des changements correspondants de la latitude des taches.

» Citons comme exemple le groupe de taches observé du 22 au 27 mai, et situé dans l'hémisphère austral du Soleil. Ce groupe commença par se transporter de 2° 17′ environ vers le pôle; ses deux extrémités s'étaient d'abord éloignées du 22 au 23; elles s'étaient rapprochées du 23 au 24. Du 24 au 27, elles avaient continué de se rapprocher pendant que le groupe s'avançait de 5 degrés environ vers l'équateur. L'axe du groupe avait, pendant la première phase du mouvement, tourné dans le sens direct pour un observateur placé sur le Soleil; pendant la deuxième phase un mouvement inverse s'était produit. Or la tache commença par s'accroître. Elle fut, dès le 23, envahie par des ponts de matière blanche qui prirent de plus en plus d'accroissement. Le 27, il ne restait du groupe qu'une tache assez considérable et un archipel très-étendu de taches presque imperceptibles, accompagnées de brillantes facules. Tant que le groupe s'accroissait, il avait paru entraîné dans un vaste tourbillonnement de sens direct, en même temps qu'il s'éloignait de l'équateur. Pendant sa phase de décroissance, il avait subi l'effet de puissantes causes perturbatrices; il avait été refoulé vers l'équateur, et son tourbillonnement avait été ralenti, puis changé en un autre de sens inverse.

» Ce fait est loin d'être isolé, et, comme on pouvait s'y attendre, on l'observe de part et d'autre de l'équateur solaire avec des différences analogues à celles que nous offrent nos tempêtes de l'hémisphère boréal et de l'hémisphère austral.

» Les taches ou groupes de taches subissent donc suivant les méridiens des déplacements très-notables liés à des tourbillonnements dont l'étude suivie présente le plus vif intérêt. La loi suivant laquelle ces déplacements varient avec la latitude est, jusqu'à présent, mal connue. Je reviendrai sur ce sujet dans une autre occasion. Les irrégularités si nombreuses du mouvement des taches solaires et leurs déformations continuelles compliquent singulièrement ce travail. La photographie seule permettrait de le faire commodément, et de s'appuyer sur des bases inattaquables.

» *Mouvements des taches en longitude; déterminaison de la vitesse angulaire du mouvement de rotation du Soleil.* — Il résulte évidemment de ce qui précède que les taches ont des mouvements propres en longitude. La détermination de ces mouvements importe beaucoup, non-seulement pour déterminer les courants généraux de l'atmosphère solaire, mais même pour connaître exactement le mouvement de rotation du Soleil. Cet astre tourne sur lui-même nous présentant successivement ses diverses faces. L'observation des taches est le principal moyen employé jusqu'à présent pour étudier ce mouvement.

Si elles sont mobiles elles-mêmes à la surface de l'astre, elles ne peuvent nous conduire à la solution immédiate de cet important problème.

» Voici, par exemple, les positions successives d'une tache :

	Latitude héliocentrique boréale.	Différence des long. hélioc. par jour sol. moy.
	° ′	′
Juin 5, 10h.42m M., t. m. de Paris......	26.0	904,1
» 6, 2.57 S., »	22.0	
» 7, 1.0 S., »	22.5	815,2
» 9, 4.57 S., »	22.5	930,8
» 12(1), 2.18 S., »	24.15	461,6

» Le mouvement en longitude est variable pour une même tache. Il varie bien plus encore d'une tache à l'autre. Toutefois le changement est faible relativement au mouvement de rotation du Soleil : aussi un nombre assez petit d'observations conduit-il, pour la valeur de ce dernier, à une approximation notable. Enfin, lorsqu'on suit des taches pendant un temps suffisant, un plus grand nombre des inégalités provenant de leurs mouvements propres se compensent. C'est ainsi que M. Laugier a conclu, de l'étude minutieuse de vingt-neuf taches, la valeur 25j,34 pour la durée d'une révolution du Soleil, 26j,23 pour la durée maxima et 25j,28 pour la durée minima. Nous savons, depuis Carrington, que les différentes parties de la photosphère paraissent animées de mouvements de rotation dont la vitesse varie avec la latitude, les régions équatoriales étant en avance sur les régions polaires. Ce fait important montre une certaine régularité dans les mouvements généraux de l'atmosphère solaire; les considérations suivantes en feront pressentir la nature, elles fourniront en même temps la base d'une méthode générale pour déterminer le mouvement de rotation d'un astre quelconque, d'après les déplacements relatifs des diverses parties de son atmosphère.

» *Méthode générale pour déterminer le mouvement de rotation du Soleil autour de son axe.* — Transportons-nous par la pensée sur un astre tournant environ vingt-cinq fois plus vite que la Terre, et, de cet observatoire, notons les accidents de sa surface. Indépendamment de points dont les distances mutuelles ne varient que par des effets de perspective, nous y distinguerons un grand nombre de taches se déplaçant les unes par rapport aux autres. Les

(1) Le 12, la tache était très-voisine du bord. L'observation de la partie antérieure du groupe, sûre pour les quatre premiers jours, cesse de l'être pour le 12. On voit là du reste une vérification de la remarque importante émise par M. Faye.

points fixes nous manquent dans l'étude du Soleil, mais il nous reste les taches. Or que reconnaîtrions-nous sur la Terre? Des déplacements en latitude très-faibles près de l'équateur, de plus en plus grands jusqu'à la latitude de 15 à 20 degrés, suivant les taches, puis une diminution graduelle de ce déplacement jusqu'aux latitudes élevées. Dans cet intervalle, la tache ou le groupe semblerait s'approcher, tantôt du pôle, tantôt de l'équateur; la prédominance de l'un de ces mouvements serait souvent l'indice d'une phase nouvelle dans laquelle entrerait le phénomène. En un jour de notre nouvelle station, c'est-à-dire en une heure terrestre, la tache cyclonique aurait parcouru un bien petit arc de sa trajectoire. Au bout de $12^j,5$, la tache disparaîtrait pour apparaître, au bout du même temps, au bord opposé de la Terre. La reconnaîtrions-nous toujours? Ne serions-nous pas, au contraire, exposés à ne pas retrouver la tache assidûment suivie, mais dont la latitude, la vitesse de rotation et surtout la forme auraient été modifiées de manière à la rendre généralement méconnaissable? Or une tache terrestre dure quelquefois 15 ou 20 jours terrestres, et elle se transporte de l'équateur à 50 ou 60 degrés de latitude. Si nous cherchons à déterminer, d'après le déplacement diurne en longitude de la tache, le mouvement de rotation de la Terre, nous trouverons des valeurs variables avec la latitude. L'observation du Soleil conduit au même résultat. La courbe exprimant cette variation a deux points d'inflexion dont le deuxième, correspondant à un minimum relatif du coefficient angulaire de la tangente, donne à la fois la latitude à laquelle la tache a suivi un méridien et le mouvement en longitude à cette latitude, c'est-à-dire le mouvement angulaire de rotation de la Terre. L'observation d'autres taches fournirait des courbes analogues, mais la position des points d'inflexion changerait de l'une à l'autre. L'étendue de cette variation n'étant pas très-considérable, la forme générale de la courbe subsiste dans la moyenne, et la valeur qu'on en déduirait pour la rotation angulaire de la Terre serait, sinon entièrement exacte, au moins la plus approchée possible. Revenons au Soleil.

» Mes observations ont embrassé des taches situées entre 40 degrés de latitude héliocentrique nord et 32 degrés de latitude héliocentrique sud. Les résultats seront publiés dans un Mémoire spécial avec la description des méthodes employées et leur discussion. En construisant la courbe qui exprime la variation du mouvement angulaire de rotation des taches solaires avec la latitude, on est frappé d'un fait curieux. Elle est précisément l'inverse de celle que fournirait l'application de cette méthode d'investigation à la Terre. Cette particularité s'expliquera si nous admettons, avec

M. Stoney, que le transport, dans les couches basses de la photosphère, se produit de l'équateur vers les pôles, tandis qu'il se fait extérieurement des pôles vers l'équateur, les couches superficielles subissant de la part des couches profondes l'entraînement dont les causes et les effets ont été si bien analysés par M. Faye. Dans un autre travail, je donnerai à cette partie les développements qu'elle mérite. Quelles que soient ses causes, le fait subsiste.

» En appliquant la méthode à notre atmosphère, on obtient une courbe légèrement dissymétrique. De même, en l'appliquant à la photosphère, on trouve une certaine dissymétrie dans la courbe, dont les deux branches gardent cependant le même caractère général. C'est encore un fait dont les causes ont besoin d'être étudiées; rapprochons-le seulement aujourd'hui de l'inégale apparition des taches dans les deux hémisphères, et de l'alternance bien connue dans leur périodicité.

» La branche nord de la courbe donne, pour la quantité dont le Soleil tourne par jour solaire moyen, 828 minutes, correspondant à la latitude 27°30'; la branche sud donne 839 minutes, correspondant à la latitude 19 degrés. Indépendamment de la dissymétrie, la différence 11 minutes entre les deux valeurs obtenues s'explique, pensons-nous, par la difficulté des observations et par l'irrégularité des mouvements aux diverses époques. Le premier nombre donne, pour la durée de la rotation, $26^j,08$; le second $25^j,75$; la moyenne de ces valeurs est $25^j,91$, ou 25 *jours* 22 *heures* 4 *minutes* 48 *secondes*, qui est, croyons-nous, le plus voisin de la réalité.

» Cette méthode permettrait, comme je l'ai dit plus haut, de déterminer la vitesse de rotation d'un astre dont la surface est masquée par une atmosphère dans laquelle se produisent des différences de température, des condensations et par suite des courants. Elle s'appliquerait notamment à l'étude des planètes telles que Mars, Jupiter, Saturne, quoique ce travail deviendrait très-délicat à cause de la petitesse des astres à observer. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'hydrate de potasse sur les dérivés sulfuriques des carbures d'hydrogène.* Note de M. **Berthelot**, présentée par M. Balard.

« J'ai étudié l'action de la potasse fondante sur les dérivés sulfuriques des carbures de la série grasse : j'entends par là les dérivés que l'eau ou les alcalis ne décomposent pas à 100 degrés.

» **1.** Le sel de soude de l'acide hydréthylosulfurique (1), $C^4H^6S^2O^6$, est

(1) Syn. Acide éthylsulfureux. Préparé avec l'éther iodhydrique et le sulfite de soude (réaction de Strecker).

décomposé très-nettement, avec formation d'éthylène pur et de sulfite alcalin :

$$C^4H^5NaS^2O^6 + KHO^2 = C^4H^4 + H^2O^2 + S^2KNaO^6.$$

Si la potasse n'est pas en quantité suffisante, il se forme des dérivés éthylsulfurés.

» 2. Le forménosulfate de soude, $C^2H^3NaS^2O^6$, aurait dû, par analogie, fournir du méthylène, C^2H^2; mais en présence d'un excès de potasse, il fournit seulement de l'hydrogène, du carbonate et du sulfite :

$$C^2H^3NaS^2O^6 + 3KHO^2 = C^2K^2O^6 + S^2KNaO^6 + 3H^2.$$

Si l'on diminue la quantité de potasse, on voit apparaître une vapeur méthylsulfurée, très-volatile, offrant les caractères du mercaptan méthylique, $C^2H^4S^2$:

$$2C^2H^3NaS^2O^6 + 2KHO^2 = C^2K^2O^6 + S^2Na^2O^6 + 2H^2O^2 + C^2H^4S^2,$$

sans qu'aucunes proportions relatives permettent d'obtenir la moindre trace de méthylène. J'ai fait beaucoup d'essais pour préparer le méthylène. Mais il n'apparaît ni dans les distillations sèches, ni dans les actions pyrogénées, ni dans les décompositions de l'éther méthylchlorhydrique, ni dans la réaction de l'acide sulfurique sur l'alcool méthylique; il ne se forme point davantage dans l'électrolyse des malonates, réaction qui devrait le fournir à la température ordinaire. Je pense que l'on ne doit guère conserver d'espérance relativement à son existence.

» 3. Le sel de soude de l'acide hydréthylodisulfurique, $C^4H^6.2S^2O^6$ (1), donne naissance à l'acétylène :

$$C^4H^4Na^2.2S^2O^6 + 2KHO^2 = C^4H^2 + 2H^2O^2 + 2S^2KNaO^6;$$

mais l'acétylène est mêlé avec une grande quantité d'hydrogène libre, produit par une oxydation plus profonde qui engendre un carbonate; une trace de phénol prend naissance simultanément, en vertu de réactions secondaires pareilles à celles qu'éprouvent les acétylénosulfates (*voir* plus loin).

» 4. Le sel de potasse de l'acide éthylénosulfurique (2), $C^4H^4(H^2O^2)S^2O^6$,

---

(1) Préparé au moyen du bromure d'éthylène et du sulfite de soude par la réaction de Strecker.

(2) Syn. Acide iséthionique. Préparé avec l'éthylène pur et l'acide sulfurique fumant.

fournit aussi de l'acétylène et du sulfate :

$$C^4H^5KO^2.S^2O^6 + KHO^2 = C^4H^2 + 2H^2O^2 + S^2K^2O^6.$$

L'acétylène est également mêlé avec une grande quantité d'hydrogène, et il se forme une trace de phénol.

» 5. Les sels de l'acide acétylénosulfurique, $C^4H^2(H^2O^2)(H^2O^2)S^2O^6$ (?), devraient, par analogie, fournir du charbon :

$$C^4H^5KO^4.S^2O^6 + KHO^2 = C^4 + 3H^2O^2 + S^2K^2O^6.$$

On obtient, en effet, une matière charbonneuse; mais il se produit en même temps de l'hydrogène, un carbonate, du phénol en proportion notable :

$$4(C^4H^5KO^4.S^2O^6 + 2KHO^2)$$
$$= C^{12}H^6O^2 + 2C^2K^2O^6 + 9H^2O^2 + 2H^2 + 4S^2K^2O^6,$$

et même de la benzine :

$$4(C^4H^5KO^4.S^2O^6 + 2KHO^2)$$
$$= C^{12}H^6 + 2C^2K^2O^6 + 10H^2O^2 + H^2 + 4S^2K^2O^6.$$

» Les formations de phénol et de benzine qui viennent d'être signalées semblent corrélatives avec la condensation moléculaire que l'élément carbone éprouve toutes les fois qu'il est mis à nu; car elles s'accomplissent *au moment de la réaction de l'hydrate de potasse;* elles ne dérivent pas d'une métamorphose préalable de l'acétylène en acide benzinosulfurique, opérée au moment de son absorption par l'acide sulfurique fumant. Pour m'en assurer, j'ai eu recours à la régénération des carbures par le moyen de l'acide iodhydrique.

» En effet, les benzinosulfates, chauffés avec cet agent à 280 degrés, reproduisent, suivant les proportions d'hydracide, soit de la benzine, $C^{12}H^6$:

$$C^{12}H^6S^2O^6 + 4H^2 = C^{12}H^6 + H^2S^2 + 3H^2O^2;$$

soit de l'hydrure d'hexylène, $C^{12}H^{14}$. La production simultanée de l'hydrogène sulfuré semble faciliter cette dernière formation.

» Au contraire, l'acétylénosulfate de baryte, employé dans les expériences précédentes, n'a pas fourni la moindre trace de benzine ou d'hydrure d'hexylène sous l'influence hydrogénante de l'acide iodhydrique à 280 degrés.

» 6. Les réactions que l'hydrate de potasse exerce sur les dérivés sulfu-

riques des carbures d'hydrogène, quels qu'ils soient, peuvent être résumées de la manière suivante par une équation type :

» 1° Étant donné un acide $C^{2m}H^{2p}(S^2O^6)^n$, n-basique, cet acide, traité par la potasse fondante, tend à engendrer un carbure $C^{2m}H^{2p-2n}$:

$$C^{2m}H^{2p}(S^2O^6)^n + 2nKHO^2 = C^{2m}H^{2p-2n} + 2nH^2O^2 + nS^2K^2O^6;$$

» 2° Étant donné un acide moins saturé d'acide sulfurique et renfermant les éléments de l'eau, $C^{2m}H^{2p}(H^2O^2)^q(S^2O^6)^n$, acide n-basique, non décomposable par l'eau ou la potasse étendue à 100 degrés, ledit acide tend aussi à engendrer un carbure, $C^{2m}H^{2p-2n}$, sous l'influence de la potasse fondante.

» En d'autres termes, celle-ci, en même temps qu'elle sépare les éléments sulfuriques, nS^2O^6, sépare aussi un nombre égal d'équivalents d'hydrogène, nH^2. C'est donc là une nouvelle méthode pour transformer le carbure primitif, générateur des acides conjugués, en carbures moins hydrogénés; par exemple, C^4H^6 en C^4H^4 et C^4H^2.

» Cette réaction peut être rapprochée de la séparation simultanée des éléments carboniques, $2C^2O^4$ et de l'hydrogène, H^2, pendant l'électrolyse des acides organiques :

Acide hydréthylosulfurique . . $C^4H^6.S^2O^6 - S^2O^6 - H^2 = C^4H^4$,
Acide succinique. . . . . $C^4H^6.2C^2O^4 - 2C^2O^4 - H^2 = C^4H^4$.

» Sans poursuivre plus loin ce parallélisme, comparons maintenant l'équation type qui vient d'être posée avec les faits observés. La réaction, avons-nous dit, tend à engendrer un carbure, $C^{2m}H^{2p-2n}$: ce carbure se produit réellement, s'il est stable dans les conditions de l'expérience (éthylène, acétylène, etc.); sinon, ses éléments éprouvent diverses réactions secondaires.

» Tantôt ils fixent les éléments de l'eau : c'est ainsi que les dérivés sulfuriques de la benzine et des carbures aromatiques engendrent les phénols (Dusart, Kekulé, Wurtz) : $C^{12}H^6S^2O^6$ produisant $C^{12}H^4 + H^2O^2$, qui demeurent réunis.

» Tantôt les éléments du carbure s'oxydent en partie aux dépens de l'hydrate alcalin, avec formation d'acide carbonique et d'hydrogène : cet hydrogène, se portant sur une autre partie, donne naissance à des produits de réduction, tels que les dérivés sulfurés (mercaptan méthylique avec les forménosulfates), ou bien encore certains dérivés polymériques (phénol et benzine avec les acétylénosulfates). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelle synthèse de l'acide acétique par l'acétylène.* Note de **M. Berthelot**, présentée par M. Balard.

« Pour transformer l'acétylène, c'est-à-dire le carbone et l'hydrogène en acide acétique, il suffit de changer ce carbure en éthylène par hydrogénation, puis l'éthylène en alcool par hydratation, enfin l'alcool en acide acétique par oxydation :

$$C^4H^2 + H^2 = C^4H^4; \quad C^4H^4 + H^2O^2 = C^4H^6O^2;$$
$$C^4H^6O^2 + O^4 = C^4H^4O^4 + H^2O^2;$$

L'acétylène, C^4H^2, devient ainsi..... $C^4H^2(H^2)(O^4)$.

» Voici un procédé qui permet d'arriver au but plus rapidement.

» Il suffit en effet de chauffer le protochlorure d'acétylène, soit avec la potasse aqueuse vers 230 degrés, soit avec la potasse alcoolique à 100 degrés (pendant dix heures) pour former une grande quantité d'acide acétique :

$$C^4H^2Cl^2 + 3KHO^2 = C^4H^3KO^4 + 2KCl + H^2O^2,$$

c'est-à-dire

$$C^4H^2Cl^2 + 2H^2O^2 - 2HCl = C^4H^2O^2, H^2O^2 = C^4H^4O^4.$$

» Le perchlorure d'acétylène et la potasse alcoolique à 100 degrés fournissent une certaine proportion d'acide glycolique :

$$C^4H^2Cl^4 + 5KHO^2 = C^4H^3KO^6 + 4KCl + 2H^2O^2,$$

c'est-à-dire

$$C^4H^2Cl^4 + 3H^2O^2 - 4HCl = C^4H^2O^4, H^2O^2 = C^4H^4O^6.$$

Avec la potasse aqueuse à 230 degrés, on obtient de l'acide oxalique, $C^4H^2O^8$, c'est-à-dire le produit de la décomposition de l'acide glycolique.

» C'est ici le lieu de rappeler mes anciennes expériences et celles de M. Geuther sur la transformation du chlorure d'éthylène perchloré, C^4Cl^6, en acide oxalique : C^4O^6, H^2O^2 par la potasse alcoolique ou aqueuse :

C^4Cl^6	fournit	C^4O^6, H^2O^2	ou	$C^4H^2O^8$,
$C^4H^2Cl^4$	»	$C^4H^2O^4, H^2O^2$	ou	$C^4H^4O^6$,
$C^4H^2Cl^2$	»	$C^4H^2O^2, H^2O^2$	ou	$C^4H^4O^4$.

» D'après la théorie, les composés chlorés ci-dessus, étant comparables aux éthers chlorhydriques, devraient fournir des alcools polyatomiques (ou leurs éthers et dérivés éthyliques); mais l'influence de la potasse,

dans les conditions décrites, détermine la formation des acides qui diffèrent de ces alcools par les éléments de l'eau, parce que les sels de ces acides sont plus stables et formés avec un plus grand dégagement de chaleur. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les actions réflexes des nerfs sensibles sur les nerfs vasomoteurs.* Note de **M. E. Cyon**, présentée par M. Claude Bernard.

« Les actions réflexes des nerfs sensibles sur le système vasomoteur sont si compliquées et si variées, que leur étude présente les plus grandes difficultés. Le grand nombre de faits et de lois concernant cette action réflexe, qui ont été constatés dernièrement, n'a pas suffi pour émettre une explication satisfaisante de toutes les contradictions apparentes que l'étude de cette action a révélées. Une de ces contradictions, qui plus que les autres a empêché de formuler une théorie complète de cette action réflexe, est la suivante : l'excitation de certains nerfs sensibles produit par action réflexe tantôt une paralysie, tantôt une excitation des nerfs vasomoteurs. C'est surtout le mérite de M. Loven d'avoir établi, par des recherches instituées chez M. Ludwig, que la dilatation des vaisseaux consécutive à une irritation périphérique est due à une paralysie réflexe des vaisseaux et non pas à un épuisement des nerfs excités.

» Dans mes recherches à ce sujet, je me suis appliqué à déterminer la cause par laquelle l'excitation d'un nerf de sentiment peut produire des effets réflexes tout à fait opposés les uns aux autres. Ces variations dans les effets pourraient dépendre soit d'une cause anatomique, soit d'une cause physiologique; c'est-à-dire que les différences d'effets pourraient être attribuées à l'excitation de différentes fibres nerveuses, ou bien à des variations dans les centres nerveux qui transmettent cette action réflexe. Des recherches antérieures de M. Ludwig et de moi ont déjà établi que l'excitation des nerfs sensibles des muscles produit des actions réflexes sur le système vasomoteur, qui diffèrent tout à fait de celles produites par l'excitation des nerfs sensibles de la peau.

» Les expériences dont je veux communiquer ici les résultats m'ont démontré qu'un changement opéré sur les centres nerveux a une influence encore plus décisive sur ces phénomènes réflexes. J'ai en effet constaté que, toutes les fois que j'ai fait l'ablation des lobes cérébraux, les actions réflexes deviennent tout à fait constantes, tandis qu'avant cette opération l'irritation d'un nerf sensible produisait tantôt un rétrécissement, tantôt une dilatation des vaisseaux. *La même irritation produit constamment, après*

l'extirpation des lobes cérébraux, une paralysie des nerfs vasomoteurs, et par conséquent une dilatation des vaisseaux.

» L'ablation des lobes cérébraux abolit la conscience ainsi que le sentiment de douleur produite par l'irritation. On pouvait donc conclure de cette expérience que le rétrécissement des vaisseaux tient à une réaction du système causée par le sentiment de douleur que l'animal éprouve pendant l'irritation d'un nerf sensible, tandis que la réaction purement réflexe d'une irritation des nerfs sensibles est une dilatation des vaisseaux.

» Les expériences que j'ai exécutées sur les animaux anesthésiés par l'opium et le chloroforme, ainsi que celles qui ont été faites avec des graduations de l'intensité de l'excitation, s'accordent pour montrer que l'explication que je viens de donner est la seule juste.

» Dans la Communication détaillée qui contiendra l'exposé de ces expériences je fournirai de plus amples renseignements concernant le sujet en question. »

M. Mène adresse un relevé d'analyses chimiques faites sur des soies écrues du commerce, dont les échantillons lui ont été remis par des fabricants de Lyon à diverses époques.

« Quand tout le travail des nombreux échantillons qui m'ont été remis, dit l'auteur, sera fini, j'ose espérer que des conclusions sérieuses en sortiront; pour le moment je me borne à transmettre les chiffres analytiques qui ont été trouvés spécialement pour des recherches industrielles, au point de vue de la teinture. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Remarques sur quelques passages qui le concernent dans une Note de* M. Gaultier de Claubry, *sur l'expertise de l'ancienneté des manuscrits.* Lettre de **M. Carré.**

« Je lis dans le dernier numéro des *Comptes rendus* une Note dans laquelle M. Gaultier de Claubry attribue d'abord à Lassaigne le procédé que j'ai indiqué il y a quelques mois pour reconnaître approximativement l'âge de l'encre d'un manuscrit, et comme tel le déclare valable.

» Plus loin, après une digression sur les expertises judiciaires, sur la substitution d'un mot à un autre après *l'effaçage* d'icelui, etc., M. Gaultier veut bien me restituer le procédé, mais pour le déclarer mauvais.

» Éloigné de Paris pour deux mois, et ne connaissant pas les travaux de Lassaigne, je ne puis actuellement examiner à laquelle des deux assertions

contradictoires de M. de Claubry on peut donner la préférence, je me bornerai à observer que je n'ai pas indiqué qu'un seul procédé, mais bien deux, très-distincts quoique dérivant d'un même principe, et à renvoyer l'auteur à ma Note d'il y a quinze jours, et aux nombreuses expériences de l'honorable M. Balard, relatées *in extenso* dans les précédents *Comptes rendus*. »

PHYSIQUE. — *Sur la déviation de l'aiguille aimantée par les courants électriques*. Note de **M. Delaurier.**

« Je viens de faire une observation curieuse en désaccord jusqu'à un certain point avec la théorie sur la déviation que subit une aiguille aimantée par le passage d'un courant électrique.

» Il est admis que la déviation est d'autant plus grande qu'un courant dans le même plan vertical que la direction normale de l'aiguille est plus rapproché de cette aiguille : ce fait n'est exact que jusqu'à un certain point. En employant une aiguille aimantée de 12 centimètres de longueur le maximum de déviation était à 3 centimètres au-dessus de l'aiguille avec un courant donnant 45 degrés pour l'angle de déviation. Lorsque l'on rapproche le courant de l'aiguille, la déviation diminue graduellement de manière à n'être plus que de 30 degrés en rapprochant autant que possible le courant de l'aiguille sans la toucher.

» J'ai expérimenté avec une série d'aiguilles plus petites et de toutes formes, avec des courants d'intensité et de tension différentes, le résultat général a toujours été le même, mais le maximum n'était pas aussi éloigné.

» La cause de l'erreur d'observation des savants Savart et Biot est due à la méthode expérimentale très-rationnelle qu'ils ont employée, mais qui ne permettait pas de rapprocher de très-près le courant du barreau aimanté. »

M. Chamard adresse une Lettre relative à une erreur qui s'est glissée dans son Mémoire sur la direction des aérostats au moyen de la pression atmosphérique.

Cette Lettre est renvoyée à la Commission des Aérostats.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 5 heures. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 23 août 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

Bulletin de la Société industrielle de Reims, t. VI, n° 31, mars et avril 1869. Reims et Paris, 1869; in-8°. (2 exemplaires.)

Étude de l'étage kimméridien dans les environs de Montbéliard, additions et rectifications; par M. Ch. CONTEJEAN. Montbéliard, 1869; br. in-8°.

Les Merveilles de la Science, ou Description populaire des inventions modernes; par M. L. FIGUIER, 33e série. Paris, 1869; grand in-8° avec figures.

Archives du musée Teyler, t. II, fascicules 1 et 2. Harlem, 1869; grand in-8° avec planches.

Le mouvement médical. Annales de l'hydrothérapie scientifique, VIIe année, nos 1 à 34. Paris, du 3 janvier au 15 août 1869; in-4°.

La santé publique. Hygiène et médecine populaires, nos 1 à 29. Paris, du 21 janvier au 5 août 1869; in-4°.

Annuaire de la Société météorologique de France, t. XVI, 1868; *Bulletin des séances*, feuilles 13 à 19. Paris, 1869; in-8°.

Journal... *Journal de la Société royale Géologique d'Irlande*, t. II, 1re partie. Londres et Dublin, 1868; in-8°.

Tafeln... *Tables de la planète Pomone calculées, en tenant compte des perturbations produites par Jupiter, Saturne et Mars; par* M. O. LESSER. Leipzig, 1869; in-4°.

Discorso... *Discours prononcé dans le Congrès agronomique tenu à Foggia en septembre* 1868; *par* M. A.-M. LOMBARDI. Foggia, 1869; br. in-4°.

Censo... *Recensement du bétail d'Espagne, arrêté le 24 septembre* 1865 *par la junte de statistique*. Madrid, 1868; grand in-8° relié.

Annotazioni... *Annotations à la topographie atmosphérique de la statistique italienne théorique et pratique de M. L. Guala; par* M. le Professeur ZANTEDESCHI. Padoue, 1869; br. in-8°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 30 août 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

Industries anciennes et modernes de l'Empire chinois, d'après des Notices traduites du chinois; par M. STANISLAS JULIEN, Membre de l'Institut, *et accompagnées de Notices industrielles et scientifiques; par* M. P. CHAMPION. Paris, 1869; in-8°. (Ouvrage présenté à l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres.)

Essai sur les travaux de Pascal touchant la géométrie infinitésimale et la formule du binôme; par M. DELÈGUE. Dunkerque, 1869; br. in-8°. (10 exemplaires.)

Étude statistique, hygiénique et médicale relative au mouvement de la population du Havre en 1868; *par* M. A. LECADRE. Le Havre, 1869; br. in-8°. (Adressé au concours du prix de Statistique, 1870.)

Études médicales sur les serpents de la Vendée et du département de la Loire-Inférieure; par M. A. VIAUD-GRAND-MARAIS. Nantes, 1867-1869; in-8°. (Présenté par M. A. Duméril.)

Étude sur la péritonite après l'ovariotomie; par M. F. NARDOU-DUROSIER. Paris, 1869; br. in-8°.

Considérations nouvelles sur l'électricité et ses effets en thérapeutique, particulièrement des bains électrochimiques; par M. VERGNES. Paris, 1869; br. in-4°.

Mémoires de la Société impériale d'Agriculture, Sciences et Arts d'Angers; nouvelle période, t. XI, 1868, n° 2; t. XII, n°s 1 à 4. Angers, 1868 et 1869; 3 brochures in-8°.

Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève, t. XX. 1re partie. Genève, 1869; in-4° avec planches.

Du traitement de la congestion cérébrale et de la folie avec congestion et hallucinations par l'acide arsénieux; par M. E. LISLE. Paris, 1869; 1 vol. in-8°. (Adressé au concours des prix de Médecine et Chirurgie.)

Étude sur les moyens de communication avec les planètes; par M. Ch. CROS. Paris, 1869; opuscule in-8°. (Extrait du *Cosmos*, 1869.)

Report... *Rapport du Comité météorologique de la Société Royale*, 31 décembre 1868. Londres, 1869; br. in-8°.

Charts... *Cartes indiquant la température à la surface de l'océan Atlantique*

méridional dans chaque mois de l'année, publiées par ordre du Comité météorologique. Londres, 1869; in-folio cartonné.

Giornale... *Journal des Sciences naturelles et économiques, publié par le Conseil de perfectionnement de l'Institut technique de Palerme*, année 1869, t. V, fascicules 1 et 2, 1re partie : *Sciences naturelles*. Palerme, 1869; in-4°.

Memorie... *Mémoires de l'Institut royal vénitien des Sciences, Lettres et Arts*, t. XIV, 2e partie, 1869. Venise, 1869; 1 vol. in-4°.

Rendiconto... *Compte rendu des travaux faits par la Société ligurienne de l'Histoire nationale; par* M. L.-T. BELGRANO. Gênes, 1867; grand in-8°.

Nuovi... *Nouvelles études tirées de l'Atlas du professeur Tammar Luxoro; par* M. C. DESIMONI. Gênes, 1869; grand in-8°.

Atlanti... *Atlas hydrographique du moyen âge, appartenant au professeur Tammar Luxoro, publié avec* fac-simile *et annoté par* MM. DESIMONI *et* BELGRANO. Gênes, 1867; grand in-8°.

(Ces trois derniers ouvrages, présentés par M. d'Avezac, sont retournés à l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres.)

Studi... *Études hydrologiques et historiques sur le grand estuaire adriatique, les fleuves qui s'y jettent, et principalement les derniers rameaux du Pô, etc.; par* M. E. LOMBARDINI. Milan, 1868; in-4°.

Anuario... *Annuaire de l'Observatoire de Madrid*, année 1869. Madrid, 1868; in-12 cartonné.

Revista... *Revue trimestrielle de l'Institut historique et etnographique du Brésil*, t. XXXI, 2e partie, 4e trimestre. Rio-de-Janeiro, 1868; in-8°.

Censo... *Recensement du bétail de l'Espagne, arrêté au 24 septembre 1865, et publié par la junte de Statistique*. Madrid, 1868; grand in-8° relié. (Cet ouvrage est renvoyé à l'examen de MM. Gay et Bouley.)

Sitzungsberichte... *Comptes rendus de l'Académie impériale des Sciences. Classe des Sciences mathématiques et naturelles*, t. LVIII, 1re partie; t. LIX, 1re partie : *Mathématiques, Physique, Chimie, Physiologie, Météorologie, Géographie physique et Astronomie;* t. LIX, 1re et 2e parties : *Minéralogie, Botanique, Zoologie, Anatomie, Géologie et Paléontologie*. Vienne, 1868-1869; 4 livr. in-8°.

Natuurkundig... *Journal d'Histoire naturelle des Indes néerlandaises, publié par la Société d'Histoire naturelle des Indes néerlandaises*, XXXe volume, 6e série, t. V. Batavia, 1868; in-8°.

Oversigt... *Comptes rendus de l'Académie royale des Sciences de Danemark :* 1867, n° 7; 1868, n°s 3 et 4; 1869, n° 1. Copenhague, sans date; 3 brochures in-8°.

Videnskabelige... *Communications scientifiques faites par des Membres de la Société d'Histoire naturelle de Copenhague pendant les années* 1866 *et* 1867. Copenhague, 1867 et 1868; 2 br. in-8°.

Additamenta ad historiam Ophiuridarum; par M. C.-F. LÜTKEN. Copenhague, 1869; in-4°.

Die... *La formation antésilurienne dans la partie supérieure de la péninsule du Michigan (Amérique du Nord); par* M. H. CREDNER. Leipzig, 1869; br. in-8°.

Die... *Sur la coordination stratigraphique du groupe éozoïque des formations antésiluriennes de l'Amérique du Nord; par* M. H. CREDNER. Halle, 1869; br. in-8°.

Vierteljahrsschrift... *Journal trimestriel de la Société astronomique, publié par le Bureau de la Société,* avril 1869. Leipzig, 1869; br. in-8°.

Assainissement des espaces fermés, ou aération sans vents coulis et suppression de toute accumulation de miasmes dans les salles de malades, au moyen d'une ventilation à travers des corps poreux; par M. SCHARRATH. Sans lieu ni date; 2 broch. in-8°, avec Atlas in-folio.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE D'AOUT 1869.

Annales de l'Agriculture française; 15 et 30 juin 1869; in-8°.

Annales de l'Observatoire Météorologique de Bruxelles; n° 7, 1869; in-4°.

Annales des Conducteurs des Ponts et Chaussées; juin 1869; in-8°.

Atti dell' imp. reg. Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti. Venise, t. XIV, 5e et 6e cahiers, 1869; in-4°.

Bibliothèque universelle et Revue suisse; n° 140, 1869; in-8°.

Bulletin de l'Académie impériale de Médecine; n^{os} des 30 juillet et 15 août 1869; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique; n° 7, 1869; in-8°.

Bulletin de la Société académique d'Agriculture, Belles-Lettres, Sciences et Arts de Poitiers; n°s 135 à 138, 1869; in-8°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale; juillet 1869; in-4°.

Bulletin de la Société de Géographie; juin et juillet 1869; in-8°.

Bulletin de la Société de l'Industrie minérale; octobre à décembre 1868; in-8° avec atlas in-fol.

Bulletin de la Société française de Photographie; juillet et août 1869; in-8°.

Bulletin de la Société Géologique de France; feuilles 56 à 64, 1869; in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse; août 1869; in-8°.

Bulletin des séances de la Société impériale et centrale d'Agriculture de France; nos 5 à 8, 1869; in-8°.

Bulletin général de Thérapeutique; 15 et 30 août 1869; in-8°.

Bulletin hebdomadaire du Journal de l'Agriculture; nos 32 à 35, 1869; in-8°.

Bulletin international de l'Observatoire impérial de Paris, feuille autographiée, du 2 mars au 7 août 1869; in-4°.

Bullettino meteorologico dell' Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto; n° 6, 1869; in-4°.

Bullettino meteorologico dell' Osservatorio di Palermo; nos 4 à 6; 1869; in-4°.

Bullettino meteorologico del R. Osservatorio del Collegio Romano; n° 7, 1869; in-4°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences; nos 5 à 9, 2e semestre 1869; in-4°.

Cosmos; nos des 7, 14, 21, 28 août 1869; in-8°.

Correspondance slave; nos des 14, 18, 21, 25, 28 août 1869; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; nos 90 à 101, 1869; in-4°.

Gazette médicale de Paris; nos 32 à 35, 1869; in-4°.

Journal d'Agriculture pratique; nos 31 à 34, 1869; in-8°.

Journal de Chimie médicale, de Pharmacie et de Toxicologie; août 1869; in-8°.

Journal de l'Agriculture; nos 74 et 75, 1869; in-8°.

Journal de la Société impériale et centrale d'Horticulture; juillet 1869; in-8°.

Journal de l'Éclairage au Gaz; nos 9 et 10, 1869; in-4°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées; juillet 1869; in-4°.

Journal de Médecine de l'Ouest; 31 juillet 1869; in-8°.

Journal de Médecine vétérinaire militaire; juin et juillet 1869; in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; août 1869; in-8°.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; nos 22 à 24, 1869; in-8°.

Journal des Fabricants de Sucre; nos 17 à 20, 1869; in-fol.

L'Abeille médicale; nos 32 à 35, 1869; in-4°.

L'Art dentaire; août 1869; in-8°.

L'Art médical; août 1869; in-8°.

La Santé publique; nos 31 et 32, 1869; in-4°.

Le Moniteur de la Photographie; nos 10 et 11, 1869; in-4°.

Le Mouvement médical; n° 35, 1869; in-4°

Les Mondes; nos des 5, 12, 19, 26, août 1869; in-8°.

Le Sud médical; nos 15 et 16, 1869; in-8°.

L'Imprimerie; n° 66, 1869; in-4°.

Marseille médical, n° 8, 1869; in-8°.

Magasin pittoresque; août 1869; in-4°.

Monatsbericht... *Compte rendu mensuel des séances de l'Académie royale des Sciences de Prusse*; mai 1869; in-8°.

Monthly... *Notices mensuelles de la Société royale d'Astronomie de Londres*; n° 8, 1869; in-8°.

Nachrichten... *Nouvelles de l'Université de Gœttingue*; nos 14 à 17, 1869; in-12.

Nouvelles Annales de Mathématiques; août 1869; in-8°.

Nouvelles météorologiques, publiées par la Société météorologique; n° 8, 1869; in-8°.

Observatoire météorologique de Montsouris; Bulletin du 3 au 6, du 12 au 14, du 16 au 31 août 1869; in-4°.

Pharmaceutical Journal and Transactions; juillet et août 1869; in-8°.

Revue des Cours scientifiques; nos 36 à 39, 1869; in-4°.

Revue des Eaux et Forêts; août 1869; in-8°.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; nos 16 et 17, 1869; in-8°.

Revue hebdomadaire de Chimie scientifique et industrielle; nos 40 à 42, 1869; in-8°.

Revue médicale de Toulouse; août 1869; in-8°.

ERRATA.

(Séance du 23 août 1869.)

Page 540, ligne 18, *au lieu de* En 1842, *lisez* En 1862.

Page 541, ligne 29, *au lieu de* Siegers, *lisez* Siegen.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 SEPTEMBRE 1869.

PRÉSIDENCE DE M. CLAUDE BERNARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *De la pratique du chauffage pour la conservation et l'amélioration des vins; par* **M. L. Pasteur.**

« J'ai l'honneur de déposer sur le bureau de l'Académie la copie d'un Rapport intitulé : *Dégustation des vins chauffés et des mêmes vins non chauffés, par les Membres de la Commission syndicale des vins de Paris, chez M. Pasteur, le* 11 *août* 1869.

RAPPORT DE LA COMMISSION.

Étaient présents : MM. Teissonnière, président de la Chambre syndicale; Célérier, vice-président; Mathieu; Brazier; Allain.

M. Desvignes, négociant en vins, s'était adjoint à la Commission.

Étaient en outre présents, mais sans prendre part à la dégustation : MM. Dumas, Sénateur; de Lapparent, Directeur des constructions navales au Ministère de la Marine, Président de la Commission pour la conservation des vins.

Afin d'éviter que le jugement des Membres de la Commission ne fût influencé, soit par la connaissance préalable de la nature des vins à déguster, soit par des opinions individuelles, on résolut d'adopter les règles suivantes : le vin chauffé et le même vin non chauffé étaient versés, en même quantité, dans deux séries de verres semblables, hors de la présence des dégustateurs, excepté toutefois en ce qui concernait le Membre faisant fonction

de secrétaire. Le vote avait lieu au scrutin secret. Une des sortes de vin, le vin chauffé par exemple, était dans la main droite, le vin non chauffé dans la main gauche, ou inversement, ce que le secrétaire seul savait à l'avance, ainsi que les personnes étrangères à la dégustation. Le bulletin de vote indiquait si la préférence avait été donnée au verre de la main droite ou à celui de la main gauche.

Voici les résultats de la dégustation pour chaque sorte de vin et le jugement définitif porté par la Commission :

VIN RÉCOLTÉ DANS L'HÉRAULT, fourni par M. Teissonnière. Chauffage en décembre 1866.	Majorité de 4 contre 2, pour le vin non chauffé.
VIN DE CHARENTE (récolte de 1865), fourni par M. Durouchoux. Chauffage en décembre 1866.	Unanimité pour le vin chauffé. — Dépôt adhérent dans le vin chauffé; non adhérent dans le vin non chauffé.
VIN DE COUPAGE, fourni par M. Durouchoux. Chauffage en décembre 1866.	Unanimité pour le vin chauffé. — Les dépôts sont similaires.
VIN ORDINAIRE, fourni par M. Teissonnière. Chauffage en décembre 1866. (Le vin non chauffé ayant un goût de bouchon prononcé, l'expérience est annulée quant à la dégustation.) Le dépôt du vin chauffé est tout à fait adhérent, l'autre l'est beaucoup moins.	
VIN ORDINAIRE, de M. Teissonnière.	Majorité de 5 contre 1, pour le vin chauffé. — Les dépôts sont similaires.
VIN DE COUPAGE, fourni par M. Anthoine. Chauffage le 1er juin 1865. (Les bouteilles étaient debout.)	Unanimité pour le vin chauffé. Le vin non chauffé est amer et décomposé. — Dépôt adhérent pour le vin chauffé.
VIN DE COUPAGE, de M. Anthoine. Chauffage le 1er juin 1865. (Les bouteilles étaient debout.)	3 votes pour le vin chauffé et 3 pour le vin non chauffé. — Dépôt adhérent pour le vin chauffé. Fleurs à la surface du vin non chauffé.
VIN, N° 21, DE POMARD, fourni par M. de Vergnette-Lamotte. Chauffage en avril 1865.	Unanimité pour le vin chauffé, dont la couleur est mieux conservée. — Dépôt presque nul dans le vin chauffé; assez considérable dans le vin non chauffé, et très-flottant.
VIN DE POMARD DE 1861, fourni par M. Marey-Monge. (*Procédé à 24 kilogrammes de sucre par pièce.*) Chauffage en décembre 1866.	Unanimité pour le vin chauffé, dont la couleur est bien mieux conservée. — Dépôt plus considérable dans le vin non chauffé.
VIN DE POMARD DE 1862, fourni par M. Marey-Monge. (*Procédé à 24 kilogrammes de sucre par pièce.*) Chauffage en décembre 1866.	Unanimité pour le vin chauffé. La couleur est mieux conservée. — Dépôts dans les mêmes conditions que les précédents.

Vin de Volnay de 1863, fourni par M. Boillot, maire de Volnay. (*Procédé à 5 kilogrammes de sucre par pièce.*) Mis en bouteilles en octobre 1866. Chauffage en décembre 1866.	Unanimité pour le vin chauffé. Ces deux vins sont parfaitement conservés l'un et l'autre. — Le dépôt est presque nul de part et d'autre.
Vin de Volnay de 1864, fourni par M. Boillot, maire de Volnay. (*Procédé à 5 kilogrammes de sucre par pièce.*) Mis en bouteilles en octobre 1865. Chauffage en décembre 1866.	Majorité de 4 voix contre 1, pour le vin chauffé.... — Aucune espèce de dépôt dans le vin chauffé; le vin non chauffé commence à donner un dépôt, mais qui est encore insignifiant. Ces deux vins sont bien conservés l'un et l'autre.
Vin de Volnay de 1865, fourni par M. Boillot, maire de Volnay. Mis en bouteilles en octobre 1866. Chauffage en décembre 1866.	Majorité de 4 voix contre 2, pour le vin chauffé. — Aucun dépôt dans le vin chauffé, tandis que le vin non chauffé a formé une lentille. Ces deux vins sont parfaitement conservés l'un et l'autre.
Vin de Beaune de 1857. Marcy-Monge. Chauffage en 1866.	Majorité de 5 contre 1, pour le vin non chauffé, qui a cependant un léger dépôt, tandis que le vin chauffé n'en a pas. Selon M. Pasteur, le chauffage, qui a eu lieu neuf ans après la récolte, a été fait beaucoup trop tard après la récolte et la mise en bouteilles.
Vin de Volnay de 1862, fourni par M. Boillot, maire de Volnay. Mis en bouteilles en juillet 1864. Chauffage en décembre 1866.	Unanimité pour le vin chauffé, qui est en parfait état de conservation et sans dépôt, tandis que le vin non chauffé est trouble, avec un dépôt abondant.
Vin d'Échézeaux-Vougeot de 1862. Chauffage en 1866.	Unanimité pour le vin chauffé, qui n'a qu'un léger dépôt adhérent. — Le vin non chauffé est louche par un commencement de dépôt flottant.
Vin blanc de Pique-Poule, fourni par M. Teissonnière. Chauffage en novembre 1866.	Majorité de 5 contre 1, pour le vin chauffé. — Le vin non chauffé a un léger dépôt flottant.
Vin blanc d'Arbois. Chauffage en avril 1865.	Unanimité pour le vin chauffé, qui est limpide comme de l'eau-de-vie. — Le vin non chauffé est au contraire un peu louche.
Vin blanc d'Arbois malade, dont on a arrêté la maladie par le chauffage en décembre 1866.	Unanimité pour le vin chauffé. — Le vin chauffé est limpide; il n'est pas mauvais, mais il n'est pas redevenu bon. — Le vin non chauffé est trouble et mauvais; la maladie n'a fait qu'empirer.

Conclusions du Rapport.

Il est impossible de nier, en raison de l'exposé qui précède, l'immense résultat obtenu par le chauffage sur les vins en bouteilles, au point de vue de leur conservation.

Le temps écoulé depuis le chauffage ne permet plus aucun doute sur son efficacité. Son effet est surtout incontestablement préventif : il détruit les germes des maladies auxquelles les vins sont généralement sujets, sans pour cela nuire au développement de leurs qualités.

Tous les vins chauffés sont bons; il n'y a d'altération ni dans leur goût, ni dans la couleur; leur limpidité est parfaite; ils sont, en conséquence, dans toutes les conditions désirables pour donner satisfaction aux consommateurs. Il n'y a rien de plus à dire, croyons-nous, pour témoigner toute notre confiance dans la valeur du procédé de M. Pasteur.

Nous croyons ce procédé parfaitement pratique et peu coûteux, surtout si on l'applique sur de grandes quantités.

» Je n'ai que peu de mots à ajouter à ce Rapport, pour en marquer toute l'importance. L'Académie se rappellera peut-être qu'en 1864 j'ai démontré que les maladies des vins étaient occasionnées par la présence et le développement de parasites microscopiques; qu'en 1865, j'ai reconnu qu'il suffisait de porter le vin à une température de 55 degrés environ (1), ne fût-ce que pendant quelques instants, pour détruire la vitalité des germes de ces parasites et leurs fonctions de reproduction. Il résultait évidemment de ces faits que, par un chauffage préalable, on peut préserver les vins de toute altération ultérieure. L'annonce de ces résultats souleva les plus vives critiques. Personne ne put nier l'exactitude de mes expériences; mais les uns prétendirent que le développement des parasites était nécessaire, à un certain degré, pour le vieillissement des vins; qu'en conséquence la pratique du chauffage nuirait au développement naturel de leurs qualités; les autres affirmèrent que les vins communs devenaient secs, maigres, qu'en un mot ils s'altéraient; que, pour les vins fins, cette pratique leur enlevait leur parfum et ces qualités exquises qui en font tout le prix. L'Académie n'aura probablement pas oublié que j'ai laissé passer sans réponse ces contradictions téméraires, longuement développées devant elle (2). Je pressentais

---

(1) Quand le vin est resté sucré, le chauffage doit être porté à quelques degrés de plus, 60 degrés environ. Ce terme est nécessaire pour tuer le germe du ferment alcoolique.

(2) « Un vin vieillit et s'améliore par une influence analogue à celle qui peut le gâter.....

» La cause qui fait vieillir les vins est une fermentation provoquée par des organismes qui succèdent au ferment alcoolique proprement dit.

» Tout le secret de l'art de faire vieillir les vins et de les empêcher de se gâter sera donc, dans l'avenir, de favoriser la production des organismes bienfaisants. » (BÉCHAMP, *Comptes rendus*, t. LXI, p. 411; 1865.)

» La plupart des vins de table, ceux que produit surtout la France, que leur provenance

toute leur exagération, et le temps m'était nécessaire comme élément d'un jugement définitif.

» Le Rapport qu'on vient de lire, émanant des hommes les plus autorisés dans la question, fait justice des erreurs dont je viens de parler. *Inaltérabilité du vin; conservation parfaite de sa couleur; limpidité brillante; absence de dépôts, ou dépôts adhérents; supériorité constante du vin qui a été chauffé sur le même vin qui ne l'a pas été,* ALORS MÊME QUE LE VIN NON CHAUFFÉ NE S'EST PAS ALTÉRÉ; *grande infériorité du vinage, par rapport au chauffage, pour la conservation du vin :* telles sont les qualités et les améliorations qui ont été proclamées unanimement par les dégustateurs, et qui assurent à la pratique du chauffage préalable un immense avenir, en tout ce qui concerne le commerce et l'élevage des vins.

» Il résulte encore du Rapport de la Commission que, dans la construction et l'emploi des appareils de chauffage en grand, déjà fort multipliés en ce moment, il est indispensable de réaliser les conditions du chauffage en bouteilles, c'est-à-dire d'éviter autant que possible le contact de l'air. J'ai toujours particulièrement insisté sur ce point; car l'oxygène peut développer le goût de cuit, altérer et rendre peu solide la couleur. Toutefois on peut profiter de sa présence pour communiquer au vin une couleur et des qualités qu'il n'acquerrait pas hors de son influence.

» Avant de terminer cette Note, la reconnaissance m'impose le devoir de rappeler que les recherches dont je viens de présenter les résultats ont été entreprises, à l'origine, sur l'invitation de l'Empereur. »

M. le Maréchal Vaillant transmet à l'Académie une brochure sur « le chauffage des vins et la confection des vinaigres », dans laquelle il fait ressortir les résultats obtenus par le procédé de M. Pasteur et l'avenir auquel les progrès déjà réalisés paraissent destinés.

AGRICULTURE. — *La nouvelle maladie de la vigne et ce qu'on pourrait faire pour y remédier; par* **M. Ch. Naudin.**

« La grande préoccupation du moment pour les viticulteurs du Midi est, comme chacun le sait, l'invasion des racines de la vigne par un insecte pa-

---

soit de la Bourgogne, du Bordelais ou de la côte du Rhône, ne résistent pas à ce traitement, au point de vue œnologique; ils deviennent secs, vieillardent et ne tardent pas à se décolorer....

» Mais des vins qui, sans exception, perdent leur valeur sont les vins communs, tant ils se décolorent et deviennent secs et acides. » (De Vergnette-Lamotte, *Comptes rendus*, t. LXII, p. 597; 1866.)

rasite du groupe des pucerons, le *Phylloxera vastatrix*, au sujet duquel un savant Mémoire a déjà été présenté à l'Académie par M. le Professeur Planchon, de Montpellier. L'insecte est aujourd'hui bien connu; ce qui l'est moins, c'est le moyen de le faire disparaître. Tout ce qu'on a essayé jusqu'ici dans ce but est resté infructueux; le mal n'a pas cessé de s'accroître, et les alarmes des propriétaires de vignobles, même en dehors des lieux infestés, sont grandes et malheureusement trop justifiées.

» En présence d'un ennemi qui s'annonce comme devant causer plus de désastres que l'oïdium lui-même, et dans l'ignorance où l'on est de ce qu'il faudrait faire pour le combattre, toutes les tentatives raisonnables sont permises, et il y a presque obligation, pour ceux qui ont souci des choses de l'agriculture, de communiquer au public ce qui leur paraît pouvoir conduire au but désiré. C'est à ce titre, et à ce titre seulement, que je demande d'exposer ici les idées que m'a suggérées la lecture des nombreuses Notes et Mémoires qui ont été publiés sur ce sujet. Je n'ai garde d'affirmer qu'elles contiennent la solution vainement cherchée par d'autres, ni même qu'elles soient facilement praticables, mais je souhaite que l'expérience en soit faite quelque part, puisque c'est le seul moyen de se renseigner sur leur valeur.

» Rappelons-nous d'abord que les plantes assujetties à la culture ne sont jamais exactement dans leurs conditions naturelles. Nous les faisons vivre dans un état forcé, auquel elles se prêtent plus ou moins, mais qui à la longue doit infailliblement modifier leur vitalité, plus souvent la diminuer que l'accroître, et quelquefois leur devenir funeste en les prédisposant à des altérations qu'elles ne connaîtraient point sans cela. Or, s'il y a une plante que nous ayons éloignée de ses conditions naturelles, c'est à coup sûr la vigne. Elle est étrangère à nos climats; elle tend à prendre les proportions d'un arbre; elle est grimpante et s'élève haut quand elle trouve des appuis pour la soutenir; elle est faite, en un mot, pour vivre dans de puissants massifs de végétaux au-dessous desquels le sol est sans cesse enrichi par les détritus de feuilles et de brindilles qui s'y accumulent. Il suffit de jeter les yeux sur un vignoble pour voir combien le milieu dans lequel nous la tenons est différent de celui-ci. Là, toujours forcément rabougrie par une taille périodiquement répétée, elle occupe seule le terrain pendant une longue série d'années. Ses ceps, plantés par rangs serrés, se disputent le peu de substance organique que peut encore contenir un sol depuis longtemps dépouillé de son humus, et ce sol fréquemment remué, soigneusement purgé de toute végétation étrangère, s'échauffe et se dessèche rapidement sous les rayons du soleil. Sans doute ce sont là les conditions

obligées de la culture productive, mais il n'en reste pas moins que la vigne y échappe à la loi d'alternance, ce principe capital de la culture sur lequel repose la théorie féconde des assolements, et que, ne recevant jamais d'engrais (je parle des vignobles du Midi), ses racines n'ont guère à lui fournir que des matières minéralogiques. Quelque robuste et vivace qu'on la suppose, la vigne ne peut manquer de ressentir tôt ou tard les effets d'un état de choses si peu conforme à ses besoins et à ses tendances naturelles, et, en fin de compte, de donner prise aux maladies et aux invasions parasitiques. Une fois le mal déclaré, il fait de rapides progrès par le fait même d'un peuplement uniforme, où tous les individus sont au même degré de vitalité. Né de la culture, c'est la culture elle-même qui l'entretient et le propage.

» Il semble donc, dans le cas particulier qui nous occupe ici, que c'est par une modification des procédés de la culture qu'il faut chercher à remédier au mal, modification qui consisterait à remettre *temporairement* la vigne dans des conditions moins différentes de l'état naturel que ne le sont celles d'une culture perfectionnée. Ce qui est naturel pour les plantes, c'est que les espèces différentes croissent entremêlées. Là où l'homme n'a point troublé l'état de choses primitif on ne voit jamais, ou presque jamais, les individus d'une seule et même espèce occuper exclusivement de grandes étendues de terrain, et on ne peut guère mettre en doute que cet entremêlement, jusqu'ici peu étudié, ne se lie à quelque nécessité. Ce que je proposerais donc aux viticulteurs qui en pourraient faire l'essai serait de reproduire momentanément cette condition dans les vignobles atteints par le *Phylloxera*, ou menacés de l'être, en couvrant le sol, pendant un an ou deux, d'un épais manteau de plantes annuelles ou bisannuelles, à végétation hivernale, qui, après avoir abrité le terrain en hiver et au printemps contre le soleil et la sécheresse, seraient finalement enfouies comme engrais vert. Il est permis de croire, avec quelque apparence de probabilité, que, sous cette couverture de plantes, le sol moins échauffé, moins aéré et plus humide, ne favoriserait plus autant le développement de l'insecte, et que peut-être on arriverait par là à le faire disparaître. La production du raisin et sa qualité pourraient être fort diminuées cette année-là, mais si l'on parvenait à étouffer l'insecte et ses germes, ce ne serait point acheter trop cher un pareil résultat. D'ailleurs l'enfouissement de l'herbe introduirait dans le sol une quantité considérable de matière organique dont la vigne ne tarderait pas à bénéficier, et ce serait encore une compensation suffisante au déficit de la récolte.

» Quelles plantes faudrait-il employer pour couvrir le sol du vignoble? Celles qui se présentent immédiatement à l'esprit sont les fourrages légumineux, le trèfle, la luzerne, le sainfoin, la féverolle, etc., suivant les lieux et la nature des terrains. D'autres légumineuses qui végéteraient en hiver sous le climat du Midi pourraient y servir également, à condition qu'elles donnassent une herbe touffue. Il se pourrait cependant que la diminution de la température du sol et sa plus grande humidité restassent sans action sur le parasite; dans ce cas il faudrait recourir à des plantes qui, en outre des effets indiqués ci-dessus, agiraient directement par leurs sucs âcres ou vireux. On les trouverait principalement dans la famille des crucifères (colza, navette, moutardes, radis sauvages, etc.), et rien n'empêcherait d'y ajouter telles autres plantes indigènes et rustiques qu'on jugerait utiles de leur associer. Il serait hors de propos d'entrer ici dans de plus grands détails; les viticulteurs intéressés dans la question décideront eux-mêmes, d'après les circonstances locales et les méthodes de culture usitées dans le pays, quelles plantes conviendraient le mieux pour ce genre de service, et aussi à quelles époques elles seraient se mées et enfouies avec le plus d'avantage. Quelques tâtonnements seraient inévitables ici. Je répète qu'il ne s'agirait d'abord que d'une simple étude, d'une expérience qui pourrait se faire à peu de frais et sur une médiocre étendue de terrain. Quelques ares de vignobles et même quelques mètres carrés y suffiraient.

» On pourra m'adresser plus d'une objection au sujet du plan que je propose. La principale sera peut-être que ce plan est tout hypothétique et que je ne l'appuie sur aucune expérience personnelle. Cela est vrai, et je le regrette; mais je fais observer que les expériences agricoles ne se font point dans les villes, moins encore à Paris qu'ailleurs, et que tout ce qu'il m'est possible de faire à cette distance des lieux ravagés par le *Phylloxera* est d'en suggérer l'idée à ceux qui sont mieux placés que moi pour les mettre à exécution. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Potasse et soude dans le sol et dans les plantes; par* **M. Payen.**

« Les questions complexes de l'absorption des composés dont le sodium fait partie, par le plus grand nombre des plantes de grande culture et de l'utilité de ces composés salins, ont un tel intérêt agricole, que l'Académie me permettra peut-être d'ajouter à mes précédentes observations quelques

développements, et d'abord de compléter la citation d'une analyse due à l'un des Correspondants regnicoles de notre Section, afin de montrer le but principal et la portée de cette analyse.

» M. Corenwinder, en publiant la composition de la cendre des cosses de bananes, il y a quelques années, et rectifiant ses premiers calculs (1), la représentait ainsi :

Carbonate de potasse	47,98	100
Carbonate de soude	6,58	
Chlorure de potassium	25,18	
Sulfate de potasse, phosphate de soude, etc.	5,66	
Charbon, chaux, silice, fer, phosphate terreux, etc.	14,60	

« La composition chimique de cette cendre, ajoutait-il, est digne d'at-
» tention : on voit qu'elle est particulièrement riche en carbonate de po-
» tasse et chlorure de potassium, deux sels ayant beaucoup de valeur
» dans le commerce, surtout le premier.
» On peut la considérer comme supérieure en qualité à celle que l'on
» extrait de la mélasse des betteraves qui contient bien rarement autant de
» carbonate de potasse. »

» M. Boussingault, admettant, d'abord par analogie, que les terres arables recouvrent par la prairie les principes que l'exportation leur enlève, trouve de ce fait une démonstration complète dans les résultats de l'analyse des cendres du foin des prairies de Durrenbach, irriguées par la Sauer.

» Les analyses de ces cendres fournies par les récoltes de 1841 et 1842 ont donné, parmi les autres matières minérales, pour 100 de cendres : dans le premier cas, 12 millièmes, et dans le second cas, 23 millièmes de soude (*Économie rurale,* t. II, p. 224).

» Voulant ensuite apprécier les quantités de chlorure de sodium que renferment les fourrages, afin d'en tenir compte dans le dosage du sel à distribuer aux animaux des fermes, M. Boussingault fut conduit à déterminer la quantité de sel marin préexistant dans le fourrage consommé chaque jour par les animaux mis en observation. Le foin des prairies de Durrenbach laissa en moyenne 6 pour 100 de cendres, et dans ces cendres l'analyse indiqua 4,3 pour 100 de chlorure de sodium; dont, dit notre savant confrère, on trouve toujours dans les plantes fourragères une cer-

(1) D'après une Lettre que ce savant m'adressait le 14 octobre de l'année dernière.

taine proportion (1) : 100 kilos de foin récolté en Alsace en contenaient 255 grammes, et 100 kilos récoltés en Allemagne 402 grammes (2).

» Les fanes et pailles de légumineuses et de céréales d'Alsace et d'Allemagne ont fourni des doses variables de sel marin; il ne s'en est pas trouvé dans les fruits des graminées, excepté dans l'avoine, tandis que les graines de légumineuses, de même que les tubercules de pommes de terre et de topinambours, les navets et les choux en étaient pourvus (3).

» Enfin Berthier, sans déterminer les proportions relatives de la potasse et de la soude dans les plantes, y avait reconnu la présence des deux bases alcalines. « La soude ne se trouve qu'en très-petite quantité dans les plantes » qui ne croissent pas à proximité des eaux marines ou des sources salées. » (BERTHIER, *Mémoires de la Société centrale d'Agriculture*, 1854.)

» En admettant toutefois les conclusions des nouvelles analyses, il resterait encore bien des doutes à éclaircir.

» Si les grains, la paille et les foins ne renfermaient pas de sels de soude en proportions appréciables, dans quels aliments les animaux herbivores qui ne reçoivent pas de rations de sel ni de betteraves trouveraient-ils les composés du sodium essentiels à leur organisme et indispensables à l'accomplissement normal de leurs fonctions digestives, composés dont on peut, d'ailleurs, reconnaître les éléments dans leurs urines?

» Si l'on admet, ainsi que de Saussure l'a démontré, que les radicelles intactes absorbent les solutions étendues de chlorure de sodium et de sulfate de soude, soit isolément, soit mélangées à d'autres sels, comment

---

(1) « Cette proportion est sujette à de grandes variations, dépendantes probablement de la constitution géologique du sol, de la nature des engrais et de la qualité des eaux d'irrigation.... On conçoit que le sel produise un effet très-favorable dans les localités où les fourrages n'en contiennent que peu ou point et que cet effet soit bien moins prononcé là où les végétaux en sont plus abondamment pourvus. »

(2) *Économie rurale*, t. II, p. 493 à 495.

(3) Ici les analyses de diverses plantes venues en Alsace et en Allemagne sont indiquées sans nom d'auteur; toutefois si elles ne sont en totalité ou partiellement dues à notre savant confrère, on doit croire qu'elles auront été choisies parmi celles qui ont paru assez dignes de confiance pour faire la base des importants calculs relatifs au dosage du sel marin dans les rations alimentaires des herbivores (p. 493 à 500).

On peut voir, p. 213 du même volume, les analyses exécutées par M. Boussingault, des cendres de plantes récoltées à Bechelbronn : la soude y est dosée dans les cendres des betteraves, des navets, des pailles de froment et d'avoine, du trèfle et des pois; les cendres de l'avoine, des haricots et des fèves ne contenaient pas de soude; les cendres des pommes de terre, des topinambours et du froment en renfermaient des traces.

expliquer l'absence des composés du sodium dans les tissus des végétaux lorsque les terres cultivées renferment ces substances salines?

» A ce point de vue il ne serait pas sans intérêt de rechercher la soude dans les sécrétions près de la superficie des plantes : ne se peut-il pas, en effet, que, durant le cours de la végétation, le sel marin ou le sodium engagé en d'autres combinaisons soit sécrété dans des tissus périphériques, de même que l'on a observé dans les feuilles des cinq familles de la classe des Urticées (1) des cellules spéciales agrandies sous la cuticule épidermique renfermer le carbonate de chaux en concrétions mamelonnées maintenues par un pédicelle de cellulose et contenues elles-mêmes dans un léger tissu organique (2)? La solution sodée près de la périphérie ne serait-elle pas susceptible d'être partiellement enlevée par les eaux pluviales? Ce qui pourrait rendre incertaines les conclusions de l'analyse. Au surplus, je crois devoir ajouter que la méthode expérimentale employée par M. Isidore Pierre, et dont les résultats ont été publiés récemment (3), me semblerait de nature à résoudre la question de l'absorption, par les plantes cultivées, des matières minérales et de la soude en particulier. Cette méthode consiste à déterminer, pour plusieurs époques, les quantités que la plante absorbe, des divers éléments qui la constituent.

» Or, à cinq époques des mois de mai, juin et juillet, les analyses comparées ont fait voir, en ce qui concerne le développement du blé (récoltes de 1862 et 1864), qu'à la fin de la floraison la plante a complétement acquis les substances minérales qu'elle doit contenir plus tard.

» Chose digne de remarque, dans la même localité où des différences notables étaient constatées sous le rapport des quantités de sel marin contenues dans les deux terrains et leurs engrais, des différences du même ordre ont eu lieu dans la composition des deux récoltes correspondantes. Et, fait non moins digne d'attention, dans la deuxième série d'expériences qui présenta un dosage de soude plus que double de la première (à partir des 22 et

---

(1) Ces concrétions ne se sont pas rencontrées dans les feuilles de plusieurs ormes.

(2) Le carbonate de chaux sécrété par la végétation se retrouve encore dans la trame en cellulose des noyaux des fruits de toutes les espèces de Celtis. On a démontré par ces divers exemples une large exception à la règle, généralement admise jusqu'alors, qui faisait considérer les carbonates comme ne préexistant pas dans les plantes vivantes, mais comme étant toujours un produit de l'incinération des sels à base minérale et acide organique décomposés au feu. (T. VIII et IX du *Recueil des Savants étrangers; Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 6 février 1854, et *Précis de Chimie industrielle*, 5e édit., t. II, p. 6, en note.)

(3) *Comptes rendus*, 28 juin 1869, et *Journal d'Agriculture pratique*, 20 août 1869.

29 juin, fin de la floraison, jusqu'aux 25 et 30 juillet, époques de la maturité) et malgré l'accroissement du poids total, les quantités de soude absorbées par les plantes n'ont plus augmenté; elles avaient même éprouvé une diminution notable au moment de la moisson.

» Si des faits semblables, également comparatifs, se trouvent vérifiés et reproduits en d'autres régions, tous les doutes seront levés sur cette question très-intéressante à divers point de vue.

» Depuis le jour (le mercredi 25 août) où la Communication des observations qui précédent eut lieu à la Société d'Agriculture, notre savant confrère M. Peligot a bien voulu me montrer les produits de ses nombreuses analyses, ainsi que les dispositions prises pour les déterminations nouvelles des sels alcalins.

» Réfléchissant aux conséquences de la méthode générale adoptée à cet égard, il m'a semblé que les désaccords entre les résultats indiquant l'absence de la soude dans la plupart des plantes cultivées et les faits constants des pratiques agricoles, ainsi qu'avec la théorie de l'alimentation des herbivores, ces désaccords, dis-je, pourraient être expliqués par les considérations suivantes. En soumettant à des lavages les parties aériennes des plantes avant de les incinérer, on est parvenu, sans doute, à éviter une cause d'erreur, c'est-à-dire de doser comme appartenant au végétal les substances salines déposées par les poussières atmosphériques et de nature à exercer une grande influence sur les résultats, surtout non loin des eaux de la mer.

» Mais on a dû entraîner aussi les substances salines normales puisées dans le sol ou les engrais et amenées à la superficie ou dans les tissus périphériques (1). Ces substances en tout cas appartenant à la végétation jouent un rôle important dont il faut tenir compte au point de vue de l'agriculture. Quant à la question purement scientifique, il faudrait, pour la résoudre, distinguer la dose de soude apportée par l'air en mouvement de la quantité introduite dans les plantes par le sol ou les engrais.

» Des cultures expérimentales mises à l'abri des poussières salines, ainsi que les analyses comparées des terres (cultivées loin de la mer), des engrais et des plantes aux différentes phases de leur végétation me sembleraient pouvoir conduire à la solution de ce problème. Quel que soit d'ailleurs le résultat définitivement acquis, il ne peut manquer d'offrir un grand intérêt au point de vue de l'économie rurale. »

---

(1) On comprend d'ailleurs que ce lavage préalable puisse laisser, dans les tissus de certaines plantes abondantes en sels de soude, une partie de ces combinaisons sodées.

M. Peligot, occupé dans ce moment d'un travail sur le sujet même que vient de traiter *M. Payen*, se réserve de répondre plus tard à cette Communication.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Détails sur le spectre des taches solaires; par le* **P. Secchi** (1).

« J'ai déjà fait connaître à l'Académie la grande diversité qu'on trouve entre le spectre des taches et celui du reste du disque; cependant les détails que je vais rapporter ici me paraissent indispensables pour apprécier convenablement la valeur de ces différences. Pour l'intelligence de ce que je vais exposer, je dirai que j'ai commencé mon étude avec la figure de Van der Willingen; mais que j'ai bientôt trouvé cette figure insuffisante, et il m'a fallu avoir recours à celle de Kirchhoff. Je rapporterai cependant, d'après le journal lui-même, les raies avec les numéros de Van der Willingen, en ajoutant les numéros correspondants de Kirchhoff. »

TRADUCTION DU JOURNAL D'OBSERVATIONS.

11 *avril* 1869, $8^h 30^m$ du matin. — Tache superbe; son noyau est divisé en deux par un pont; ses deux parties ont un point *plus noir* dans le milieu, environné de voiles roses. Très-belle. Avec le spectroscope à deux prismes seul, on voit qu'entre D et C se forme une bande très-sombre, mais plus près de C. La raie 10 de Van der Willingen (864 Kirchhoff), devient très-noire dans la pénombre et dans le noyau: au contraire la raie C s'affaiblit dans plusieurs points et reste interrompue: c'est une réalité. Dans le *pont*, elle s'évanouit complétement. La bande susdite paraît correspondre à une zone de α Orion, du troisième type. La raie noire qui se renforce est aussi la raie d'Orion à cette place (figure grossière). Après le magnésium, du côté de F, est un espace brillant, qui ne diminue pas de lumière, et rappelle une des raies brillantes de α Orion. Après celle-ci, se trouvent obscurcies les raies voisines de F, et la raie F elle-même tombe dans un espace qui diminue beaucoup d'intensité. Elle s'évanouit presque dans les pénombres: cela explique pourquoi, dans α Orion, elle est si faible. Il doit en être comme pour la raie C. Toutes les raies du vert deviennent très-sombres. Une bande se forme aussi dans le jaune. Cette particularité mérite une recherche plus détaillée. L'air devient mauvais.

12 *avril*. — La raie C de l'hydrogène est décidément brillante dans quelques points de la grande tache; en plaçant la fente en travers du pont, on voit à droite et à gauche des traits

(1) M. le Secrétaire perpétuel, en donnant communication de cette Lettre, fait observer qu'il vient de recevoir une Lettre de *M. Lockyer*, relative à une erreur qui s'est glissée dans la Note du savant Anglais insérée au *Compte rendu* du 16 août, Note à laquelle répondait le P. Secchi dans le numéro du 30 août. A la page 456, quatrième ligne, *au lieu de* photosphère, *il faut lire* chromosphère.

de ligne brillante rouge. Ils correspondent aux voiles rosés. On voit ce phénomène deux fois. On confirme l'analogie du spectre des taches avec celui de α Orion; les bandes sont faibles dans le jaune, et plus fortes dans le rouge et dans le vert. De plus, dans le vert, il y a un grand nombre de raies très-vives, qui rappellent celles de α Orion. Ce contraste se voit très-bien sur le pont, qui est remarquable. Il faut examiner le disque par points! Au bord (en mettant la fente parallèle à la tangente) on voit la couche sans raies; l'air est d'un calme parfait : le pont se présente comme formé de petites feuilles disposées en rangées ou filets, comme celles qui couvrent la grande pénombre. Les voiles rosés sont très-nombreux, comme hier.

13 *avril*, $8^h 15^m$ du matin. — C'est un fait que toute la pénombre est pleine de *feuilles*, et le pont lui-même formé de *feuilles :* elles sont ovales : le diamètre plus grand est égal à trois fois le petit, à peu près comme des feuilles d'olive allongées. Il paraît que tout le disque est couvert de ces objets curieux. Il y a des voiles rouges très-imbriqués. Il y a un groupe de *feuilles* rayonnant, admirable, comme les cristaux de sel ammoniac dans le microscope solaire. Le troisième noyau de la tache paraît formé justement par la raréfaction et la dissémination de ces feuilles.

(*Ces détails sont reproduits ici pour faire voir les circonstances très-favorables dans lesquelles ont été faites ces observations, quoiqu'elles ne soient pas relatives au spectre.*)

Avec le spectroscope on trouve que les petites persiennes, près de 10 V. d. W. (864 K.), deviennent très-foncées, mais on ne sait pas leur origine. La raie C disparaît complétement dans le noyau. Les raies du sodium D deviennent très-larges et nébuleuses aux bords, comme près de notre horizon. M. Heis est présent à ces observations.

14 *avril*. — (Figure déjà insérée dans les *Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 1090.)

15 *avril*. — On ajoute un troisième prisme et on emploie les figures de Kirchhoff. La tache a trois noyaux, etc. Les raies du chrome deviennent assez larges; les raies 1207 K., 1096,5, 1029,5 deviennent très-noires et s'élargissent; elles appartiennent au fer et au calcium. Celles du sodium deviennent nébuleuses aux bords. On marque sur la figure de Kirchhoff les bandes brillantes, qui ne subissent en apparence aucun affaiblissement à travers les noyaux et qui forment un contraste étrange. Voici leur position :

de	1207,2	à	1217,5	
de	1306,5	à	1315,1	
de	1430,3	à	1438,9	
de	1533,3	à	1541,6	près de la raie E
de	1762,1	à	1771,5	
de	1876,8	à	1884,5.	

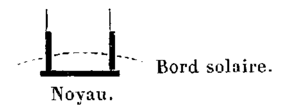
Les différences des distances, prises deux à deux, sont inégales et s'approchent du système binaire de α Orion. Ce point reste à mieux vérifier. Pendant que les raies du sodium deviennent nébuleuses, celles du fer et du magnésium restent nettes, tout en s'élargissant. On voit, à l'intérieur des noyaux, se former une nombreuse suite de lignes très-fines, qu'on ne voit pas dans la figure de Kirchhoff, où, au contraire, on trouve des espaces blancs, et qui, hors de la tache, sont réellement uniformes. Je vois non-seulement la raie D double, mais

de plus avec l'intermédiaire bien net hors de la tache; à l'intérieur, elle est confuse par la diffusion des deux principales. L'air se trouble : à demain.

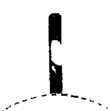
21 *avril*, 8 heures du matin. — La tache est voisine du bord. Les raies de la chromosphère sont à peine visibles à quelque distance de la tache, mais dans son voisinage et dans la pénombre elles arrivent à la demi-largeur du spectre.

A $2^h 30^m$ du soir. On répète la même observation sur la hauteur relative des raies lumineuses. La raie F est brillante seulement du côté du rouge.

A $3^h 30^m$. La raie brillante C arrive à se superposer dans l'intérieur du disque jusqu'au noyau de la tache. Là elle s'arrête, et ne traverse pas le noyau. Il en est de même de la raie jaune D_3, et la raie F est brillante seulement dans la moitié de sa largeur. La raie C est plus haute au point qui correspond au milieu du noyau; elle est plus basse des deux côtés. Dans quelques points, les raies vives paraissent prolongées par une raie plus fine, comme dans la figure donnée par M. Rayet : ainsi



La raie rouge présente des fragments détachés.



L'air est très-agité, mais on voit bien toutes ces particularités.

22 *avril*, 8 heures du matin. — La tache est au bord, et invisible. L'autre, qui s'est avancée, est superbe. Elle n'avait d'abord point de pénombre du côté du centre du disque : mais elle est maintenant devenue symétrique, très-belle et très-foncée au centre, où, cependant, on voit un bouquet de voiles rouges. Ces voiles ne sont donc pas des illusions, comme on l'a prétendu. Elle est toute composée de feuilles, comme à l'ordinaire. Il y avait une langue double, rosée, qui s'est évanouie en cinq minutes, et est devenue simple, se changeant en un pont, avec un bouquet de cirrus rosés.

A la place de la tache d'hier, il y a aujourd'hui une belle facule; les raies brillantes sont hautes de toute la largeur du spectre (2 minutes environ); toutes les trois sont effilées en pointe aiguë; elles sont très-vives à la base.

Je trouve nombre de petites bandes dans le spectre de la tache, qui n'existent pas dans les figures : le spectre devient nébuleux dans plusieurs places déjà indiquées, mais il est brillant entre les raies 9 et 13 de Van der Willingen (850 et 895 de Kirchhoff); quoique les raies métalliques deviennent plus larges et plus noires, elles apparaissent bien tranchées sur le fond clair, pendant que, des deux côtés de cette bande, les raies fines sont nébuleuses aux bords. On voit encore briller l'espace lumineux entre les raies 5 et 6 de Van der Willingen (694 et 711,5 de K.), et, au contraire, on a une grande nébulosité près de la raie 8 (810 (?) K.), et une série de raies parallèles fines, de la raie 7 vers la raie 8 de Van der Willingen (719,5 à 810 (?) de K.) La raie C s'affaiblit ensuite et devient très déliée, et, sur la couronne de la pénombre, elle paraît s'évanouir. Dans le centre, elle s'évanouit par

moments. Les raies D deviennent extérieurement nébuleuses, mais ne s'élargissent pas beaucoup. Le spectre reste lumineux au delà de B, et devient foncé du côté du jaune; la raie 7 (719,5K.) devient assez foncée, mais l'espace entre 6 et 7 (711,5 et 719,5 de K.) reste brillant. Ici on aurait le baryum et le strontium, qui ne paraissent pas renforcés. Au contraire, il y a un grand renforcement entre la raie C et la raie 712. Les petites persiennes, sensiblement équidistantes, sont très-renforcées et nébuleuses. Appartiennent-elles au calcium? La raie C^6 de Brewster, ici, n'est point marquée, ni augmentée. Les raies 9, 10, 11, 12, 13 Van der Willingen s'élargissent assez (850, 864, 877, 895). La raie 831 (fer) s'élargit très-peu, à peine la moitié de ce qui a lieu pour le calcium. Entre la raie 13 et la raie 14 (895 K. et les raies D), se produit une forte bande sombre, avec une raie plus prononcée à $\frac{2}{5}$ de 13 vers D. Ici se trouvent les raies du calcium. Une du fer (?), à 992, paraît assez renforcée. Dans l'intervalle, entre 895 et 945, se produit un système de raies parallèles, comme on le voit à 740, mais qui correspondent, dans Kirchhoff, à des amas de substances inconnues. Ce qui frappe, c'est qu'on voit ces systèmes avec difficulté en plein soleil, pendant que, dans les taches, ils prennent une intensité extraordinaire; à 939, est une ligne brillante. Dans l'espace brillant, entre 1030 et 1060, se produit une série de persiennes très-fines. Elles paraissent une continuation, mais exagérée, des raies nébuleuses 1060 à 1080. La raie 1096,5 se dilate et devient foncée; les raies nébuleuses à 1058 et 1063 se renforcent aussi; mais les substances sont inconnues.

23 *avril*. — Les raies 1208,5, 1231,5 et les autres raies du fer, dans ce groupe, se renforcent et s'élargissent; mais celles du calcium, qui ici sont assez fines, s'élargissent proportionnellement davantage. De la raie 1280 vers la raie 1260, on voit une persienne foncée, qui manque dans Kirchhoff. Entre 1280 et 300, est une persienne large, visible dans Kirchhoff. Ici la ligne 1281,5 devient plus forte. Les deux raies noires 1569,8 et 1577,5 deviennent très-larges; elles appartiennent au fer. La persienne 1540 à 1550 s'obscurcit un peu, ainsi que 1542. De même, celles du calcium et du fer, de 1523,0 à 1533,0, deviennent très-foncées; elles contiennent la raie E, mais celles du calcium sont plus sombres et paraissent nébuleuses aux bords. L'immense groupe du fer, entre 1490 et 1337, est tellement renforcé qu'il ressemble à une figure grossière, faite avec les lignes très-larges comparativement aux lignes capillaires et déliées qu'on voit sur le reste du disque.

Celles du cobalt 1439 et 1440,2 sont renforcées, mais très-peu. Dans l'espace brillant 1430,2 à 1439, paraissent deux raies très-fines et très-faibles; appartiennent-elles au cobalt?

On voit des bandes nébuleuses très-fortes dans l'orangé, à la place déjà indiquée des persiennes. La raie C se rétrécit, sans diminuer de noirceur.

24 *avril* 1869. — La tache est comme hier, mais elle présente une queue, qui paraît due à son mouvement de transport. Les voiles sont très-nets; entre eux, se trouvent des filets brillants et blancs. Il y a un centre plus noir que le reste du noyau. Il y a des langues partout, d'où partent des ponts de voiles blancs. La granulation se voit très-bien, mais elle est loin d'être uniforme; elle ressemble à des *cumuli* vus à vol d'oiseau. Nous employons le spectroscope à trois prismes. La raie du nickel, près de F, à 2087, s'élargit. Les deux du fer 2066 et 2067 s'élargissent; l'espace brillant qui se trouve entre elles disparaît dans la tache. Les bords restent tranchés. De même, la raie 2041,5 et la raie 2042. A 2056, est une bande étroite très-vive, qui ne subit aucun affaiblissement d'absorption dans la tache. Elle brille

d'autant plus sensiblement, que la raie du calcium 2058 et la persienne voisine s'obscurcissent fortement. Le groupe des trois raies du fer 2002 à 2007 s'élargit de manière que l'espace lumineux entre les raies les plus étroites s'évanouit. (C'est ce que l'on voit très-bien en mettant un diaphragme à la longueur de la fente, qui donne un spectre très-étroit et limité seulement au noyau.) La grosse raie 1960,9 ne change pas notablement sur les cirrus, mais devient très-large sur le trou noir du noyau. Celle du baryum 1989,2 ne se dilate pas, mais devient plus sombre. La troisième raie du magnésium 1656, qui accompagne celle du fer, s'élargit; et toute la persienne s'assombrit jusqu'aux deux raies du fer 1694 et 1701,5. (*Observation générale :* On remarque surtout le grand renforcement relatif de ces persiennes qui sont nébuleuses dans Kirchhoff; elles sont produites par des substances inconnues, et peut-être par des gaz non indiqués dans Kirchhoff.) Les deux du calcium (?) 1834 se dilatent et deviennent nébuleuses; ici se voit une forte persienne, jusqu'à 1865, région ordinairement nébuleuse dans Kirchhoff. Les deux raies du nickel (?) 1920 et 1925,9 ne se dilatent pas.

Aujourd'hui la raie F se renverse tout au bord. On dispose la fente parallèlement au bord, et l'on voit le spectre continu dans le rouge spécialement et dans le jaune. Mais l'air s'est échauffé et il se produit une agitation qui, mélangeant les couches, rend l'observation difficile.

28 *avril.* — Tache énorme. On marque les bandes sombres dans la figure de Van der Willingen. Dans le vert, les raies s'élargissent énormément, le fer au moins du double. Les raies de 1602 à 1607 sont si dilatées qu'elles se fondent presque dans une seule nébuleuse; elles appartiennent au chrome. La raie du calcium 1627 est élargie, de plus du double. Le groupe de la raie E devient très-sombre, et celui du calcium nébuleux. La bande vive 1534 à 1542 est tout à fait sans altération; elle brille avec un grand éclat dans le noyau. Vient ensuite une persienne très-noire du fer, jusqu'à 1560, qui est formée de deux groupes équidistants, avec une raie brillante au milieu. Toutes les bandes brillantes déjà marquées traversent le noyau sans éprouver d'affaiblissement. Au milieu de la bande brillante 1208 à 1217, paraît une faible raie (plomb?). La persienne de 1250 à 1280 est très-exagérée. Les lignes D du sodium sont nébuleuses; une persienne se produit entre 1007 et 1025. Deux autres persiennes très-fortes, à lignes équidistantes, dans les régions 1035 à 1057 et 1075 à 1095; mais cette dernière présente des espaces blancs. Les raies du calcium sont larges du double; grande persienne après la raie 719 K. On met un diaphragme à l'objectif, pour voir si le phénomène dépend d'une lumière plus faible dans les taches, mais on ne trouve aucune différence essentielle; seulement l'observation est plus pénible, par le défaut de lumière en tous les points. Ces résultats sont donc indépendants de la force de l'instrument; ils dépendent de l'intensité du spectre extérieur. Tous ces résultats prouvent une absorption élective particulière à l'intérieur des taches.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la nature du vert d'aniline.* Note de MM. A.-W. Hofmann et Ch. Girard (1).

« La fabrication des couleurs d'aniline, malgré son origine assez récente, embrasse déjà un terrain si vaste que la science a vainement cherché à

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier au *Compte rendu.*

suivre, même de loin, tous les progrès réalisés dans cette industrie. Si les recherches des chimistes avaient déjà successivement éclairci la composition du rouge, du bleu et des différentes couleurs violettes qui en dérivent, elles n'étaient pas encore parvenues à dévoiler la nature des magnifiques matières colorantes vertes qui, grâce à la persévérance et au génie inventif des industriels, sont venues compléter la série des produits tinctoriaux dérivés de la houille.

» Nous n'avons pas cessé, depuis l'année dernière, de nous occuper de la matière colorante verte qui existe dans le commerce sous le nom de *vert à l'iode* et dont la production industrielle a pris, dans ces derniers, temps une grande importance.

» Nous avons aujourd'hui l'honneur de soumettre à l'Académie les résultats de nos recherches sur ce corps remarquable.

» On appelle *vert à l'iode* un produit secondaire qui se forme dans la fabrication des matières colorantes engendrées par la méthylation et l'éthylation de la rosaniline et connues dans l'industrie sous le nom de *violets Hofmann*. C'est surtout dans la production des couleurs méthyliques que le vert à l'iode prend naissance. La première observation du vert à l'iode remonte à la découverte des violets méthyliques; mais elle se bornait alors à la remarque de l'auréole verte qui entoure la tache violette laissée sur un papier non collé, par le produit brut de l'action de l'iodure méthylique sur la rosaniline. Tous les efforts tentés pour isoler cette substance verte sont restés infructueux tant qu'on a travaillé sur une petite échelle. Il était encore une fois réservé à l'industrie, qui a déjà si souvent contribué à faciliter la solution des problèmes scientifiques, d'aplanir les difficultés qui entravaient l'étude de ce nouveau corps, en séparant en premier lieu le vert du violet et en prenant ensuite les conditions de sa formation, de manière à permettre son application industrielle.

» *Fabrication du vert à l'iode.* — Avant de donner les résultats de nos expériences, il paraît utile de dire un mot sur la fabrication de cette matière colorante. Les matériaux employés généralement sont : l'acétate de rosaniline, l'iodure de méthyle et l'alcool méthylique à l'état de pureté parfaite. Les proportions suivies varient entre des limites assez larges; nous avons obtenu des résultats satisfaisants et constants en employant :

1 partie d'acétate de rosaniline,
2 parties d'iodure méthylique,
2 parties d'alcool méthylique.

» On peut remplacer l'iodure méthylique par une quantité équivalente de bromure (1,3 partie); jusqu'à présent les fabricants ont donné la préférence à l'iodure (1). La réaction s'accomplit dans de grands autoclaves de fer ou de fonte émaillée, pouvant résister à une pression d'au moins 25 atmosphères. Ces appareils sont chauffés, pendant huit à dix heures, à 100 degrés, au moyen d'un double fond dans lequel circule un courant d'eau bouillante. Après ce temps, la réaction est terminée, et on laisse refroidir l'autoclave qui contient alors un mélange de matières vertes et violettes, dissoutes dans l'alcool méthylique; en même temps, il s'est formé une quantité notable d'acétate de méthyle et d'éther méthylique, qui s'échappe avec violence lors de l'ouverture des autoclaves.

» Ayant enlevé par la distillation les produits volatils, on met à profit la différence de solubilité, dans l'eau, des différentes matières engendrées, pour les séparer. Dans ce but, la masse demi-pâteuse restant dans l'autoclave est versée peu à peu dans une grande quantité d'eau bouillante. Le vert se dissout entièrement, tandis que les matières violettes restent insolubles, à l'exception d'une petite quantité qui est entraînée à la faveur de l'excès d'acide libéré dans la réaction; le résidu violet est séparé par filtration. Pour précipiter la petite quantité de violet soluble, on ajoute à la liqueur du chlorure, de sodium et on sature l'acide libre par le carbonate de soude; afin de s'assurer que la saturation est complète, on prélève un peu de la liqueur, on la filtre et on substitue au papier de tournesol un mouchet de soie. Aussitôt qu'on obtient une nuance verte, sans mélange de violet ou de bleu,

(1) Lorsqu'on pense à quel point le prix du brome a baissé depuis qu'on a commencé à l'extraire sur une grande échelle des sels de Strasfurt, et si l'on considère en outre l'équivalent peu élevé de cet élément, on est étonné que l'industrie n'ait pas encore fait des efforts plus grands pour remplacer, dans la fabrication des couleurs, l'iode par le brome. Dans cet état de choses, quelques expériences que nous avons faites dans le cours de nos recherches semblent mériter l'attention des industriels. La principale difficulté de l'emploi des bromures de méthyle et d'éthyle consiste évidemment dans les bas points d'ébullition de ces deux combinaisons (13 et 40 degrés) qui occasionnent des pertes considérables. On peut tourner ces difficultés d'une manière très-simple : en traitant les bases à méthyle et à éthyle dans l'autoclave par le bromure d'amyle, si facile à préparer et dont le point d'ébullition (120 degrés) est si convenable, en présence de l'alcool méthylique ou éthylique (*). Dans la première phase de la réaction, il se produit de l'alcool amylique et du bromure de méthyle ou d'éthyle, lesquels effectuent la méthylation ou l'éthylation presque aussi bien que le bromure de méthyle ou d'éthyle employés à l'état pur.

(*) $C^5H^{11}Br + CH^3HO = C^5H^{11}HO + CH^3Br.$

on cesse d'ajouter du carbonate de soude, la saturation du violet étant achevée.

» La liqueur, complétement refroidie, est encore une fois filtrée sur des filtres de sable, puis précipitée par une solution saturée à froid d'acide picrique aqueux. Le picrate de vert étant peu soluble dans l'eau, on le recueille par filtration, on le lave légèrement et on le laisse égoutter. Le produit est livré au commerce à l'état de pâte.

» Les matières violettes résultant, comme produit secondaire, de ces différentes manipulations ne sont pas perdues, on le pense bien. Comme elles se précipitent à l'état d'iodure, elles sont transformées, par un traitement à l'hydrate de sodium, en bases correspondantes, lesquelles peuvent être soumises encore, dans des conditions convenables, à l'action de l'iodure de méthyle, pour produire de nouvelles quantités de vert à l'iode.

» *Préparation du vert à l'iode cristallisé.* — Pour préparer le vert à l'iode, à l'état cristallisé, il suffit d'apporter de legères modifications au procédé déjà décrit. En premier lieu, on versera le produit coloré de la réaction dans une quantité d'eau bouillante beaucoup plus petite; ensuite on ajoutera, après l'addition du sel marin, en proportion beaucoup plus grande, du carbonate de soude pour assurer la précipitation complète des matières violettes, même au risque de sacrifier une petite quantité de matière verte, laquelle est facilement altérée par un excès de carbonate de soude, surtout à l'ébullition. La liqueur filtrée abandonne, par le refroidissement, de magnifiques aiguilles vertes. Ces cristaux sont lavés une ou deux fois avec la quantité d'eau nécessaire pour dissoudre le sel marin qui les souille, et enfin séchés à la température ordinaire. Afin d'obtenir les cristaux ainsi préparés dans un état propre à l'analyse, on les a dissous dans l'alcool absolu chaud, et on a versé la solution filtrée dans un excès d'éther anhydre; il s'est produit aussi un brillant précipité cristallin. Le vert a été recueilli sur un filtre, lavé à l'éther, et séché sur l'acide sulfurique. Il a suffi de dissoudre de nouveau ce corps dans l'alcool chaud, pour obtenir de splendides cristaux de vert chimiquement purs, rappelant par leur éclat les reflets des ailes de cantharides. Dans une autre préparation, la séparation du violet au moyen du sel marin et du carbonate de soude ne s'étant pas effectuée aussi complétement, on a trouvé convenable de dissoudre les cristaux obtenus en premier lieu dans l'alcool absolu, et de précipiter par l'éther anhydre; de répéter le traitement à l'alcool et à l'éther, et de dissoudre le dernier précipité obtenu au moyen de l'éther dans l'eau bouillante.

» Les cristaux séparés par le refroidissement ont été séchés à la tempé-

rature ordinaire, et soumis à une dernière cristallisation dans l'alcool chaud. Quelquefois aussi, on a précipité la solution en vert, telle qu'on l'obtient par le traitement du produit brut par le sel marin et le carbonate de soude, directement par l'iodure de sodium et de potassium; le vert, presque insoluble dans une solution concentrée d'iodure de potassium, se précipite en cristaux étincelants, qui sont purifiés d'après les moyens déjà indiqués.

» Tous les produits préparés d'après ces différents procédés, étant desséchés pendant plusieurs jours au-dessus de l'acide sulfurique, ont fourni à l'analyse les mêmes résultats.

» Les méthodes de purification que nous venons de décrire, outre le temps et les soins qu'elles exigent, sont encore très-dispendieuses. Elles sont néanmoins indispensables pour arriver à des résultats analytiques constants, parce que : d'un côté, la matière verte entraîne avec ténacité une petite quantité de violet; d'autre part, le vert même, comme nous le verrons tout à l'heure, passe de nouveau au violet avec une grande facilité.

» *Composition du vert à l'iode.* — Les nombreuses analyses que nous avons faites avec différentes préparations montrent que le vert d'aniline, desséché au-dessus de l'acide sulfurique, est composé d'après la formule suivante :

$$C^{25}H^{33}N^3OI^2 = C^{20}\begin{matrix}H^{16}\\(CH^3)^3\end{matrix}N^3\left\{\begin{matrix}CH^3I\\CH^3I\end{matrix}\right., H^2O.$$

» Lorsqu'on expose le sel desséché au-dessus de l'acide sulfurique, pendant deux jours, dans le vide, on constate une perte de poids correspondant à une molécule d'eau; le poids du corps continue à diminuer, milligramme par milligramme, pendant des semaines, une décomposition ayant lieu. Cette circonstance nous a causé beaucoup de peines pendant ce travail.

» *Sel platinique.* — La composition de l'iodure a été contrôlée par l'analyse de quelques autres sels. En traitant la solution aqueuse de l'iodure, à froid ou légèrement chauffée, par le chlorure d'argent, il se forme le chlorure correspondant, avec élimination de l'iodure d'argent. Tous les efforts pour obtenir le chlorure à l'état cristallisé ont échoué. Séché dans le vide sur l'acide sulfurique, il se présente sous l'aspect d'une masse verte transparente et cassante. Dissoute dans l'eau, elle donne, avec le chlorure de platine, un précipité brun amorphe, insoluble dans l'eau, l'alcool et l'éther, et qui, séché dans le vide, présente la composition suivante :

$$C^{25}H^{31}N^3PtCl^6 = C^{20}\begin{matrix}H^{16}\\(CH^3)^3\end{matrix}N^3\left\{\begin{matrix}CH^3Cl\\CH^3Cl\end{matrix}\right., PtCl^4.$$

» *Picrate.* — Parmi les combinaisons appartenant à cette série, une des plus belles et des plus constantes est le picrate. Nous avons déjà mentionné plus haut que l'initiative industrielle a découvert, dans l'acide picrique, le précipitant par excellence du vert à l'iode, et qu'en effet la plus grande quantité de cette matière colorante que l'on rencontre dans le commerce est la combinaison picrique.

» Si l'on ajoute, à une solution aqueuse de l'iodure, une solution également aqueuse d'acide picrique, il se forme un précipité insoluble dans l'eau. Après le lavage, il ne contient plus trace d'iode. Vu sous le microscope, le précipité présente un aspect cristallin ; mais ce n'est qu'après une cristallisation dans l'alcool bouillant, où ce sel est difficilement soluble, qu'il apparaît avec toute sa beauté. La solution, en se refroidissant lentement, dépose de magnifiques cristaux prismatiques, d'un jaune verdâtre dans la lumière transmise, et de l'aspect du cuivre décapé dans la lumière réfléchie. Le sel est anhydre et peut être séché, sans la moindre altération, à 100 degrés.

» La composition correspond à celle de l'iodure, et est exprimée par la formule suivante :

$$C^{37}H^{35}N^9O^{14} = C^{20}\begin{matrix}H^{16}\\(CH^3)^3\end{matrix}N^3\left\{\begin{matrix}(CH^3)\,C^6H^2(NO^2)^3O\\(CH^3)\,C^6H^2(NO^2)^3O\end{matrix}\right..$$

» Nous avons préparé aussi l'acétate et le nitrate par la méthode que nous indiquerons plus bas ; le premier cristallise en aiguilles fines, le second en prismes. Mentionnons encore une combinaison double de l'iodure de vert avec l'iodure de zinc, à la fois remarquable par la beauté de ses cristaux et par sa constance : elle s'obtient en précipitant l'iodure par l'acétate et le sulfate de zinc. Ce sel double se dépose par la solution aqueuse en cristaux prismatiques, qui peuvent être séchés à 100 degrés sans décomposition ; dans l'alcool, elle est peu soluble.

» Si les nombreuses analyses que nous avons faites de l'iodure du sel platinique et du picrate avaient déjà éclairci la nature du vert à l'iode et de ses dérivés d'une manière assez satisfaisante, l'étude des transformations que subit cette matière colorante est venue apporter de nouvelles preuves en faveur des formules déjà établies par l'analyse.

» *Transformation du vert à l'iode.* — Nous avons mentionné plus haut que l'iodure n'atteint pas un poids constant dans le vide ; lorsqu'on verse de l'eau sur des cristaux qui ont été exposés quelques mois dans le vide, l'eau se colore en vert ; en le traitant au contraire avec l'alcool, ce liquide prend une couleur bleue intense. Si maintenant on sépare la liqueur

aqueuse verte des cristaux restés insolubles, ces derniers se dissolvent alors dans l'alcool, avec une belle couleur violette.

» Cette transformation en violet se fait beaucoup plus complétement et beaucoup plus rapidement, si l'on expose les cristaux de l'iodure à la température de l'eau bouillante; elle est instantanée à la température de 140 à 150 degrés; dans l'aniline bouillante, par exemple, l'iodure de vert se dissout avec une magnifique couleur violette. La transition du vert au violet est accompagnée d'une perte de poids très-considérable; lorsque nous avons chauffé les cristaux desséchés sur l'acide sulfurique dans un appareil distillatoire, pour reconnaître la nature de cette perte, nous avons constaté en première ligne la condensation d'un peu d'eau, suivie d'une distillation de gouttes huileuses incolores, réfractant fortement la lumière qui tombe au fond du vase dans l'eau ; ces gouttelettes, par leurs propriétés, ont été reconnues comme de l'iodure de méthyle. Pour éloigner tous doutes, de l'ammoniaque alcoolique a été ajoutée au produit distillé par l'évaporation : on a obtenu les cristaux caractéristiques de l'iodure de tétraméthylammonium. L'évaluation de la perte de poids montre que, par l'action de la chaleur (120 degrés), il se dégage, d'une molécule de l'iodure desséché au-dessus de l'acide sulfurique, exactement 1 molécule d'eau et 1 molécule d'iodure de méthyle; qu'en conséquence, la transformation s'effectue selon l'équation suivante :

$$C^{20}\begin{matrix}H^{16}\\(CH^3)^3\end{matrix}N^3\left\{\begin{matrix}CH^3I\\CH^3I\end{matrix}\right., \quad H^2O = C^{20}\begin{matrix}H^{16}\\(CH^3)^3\end{matrix}N^3, \quad CH^3I + H^2O + CH^3I.$$

» Le résidu violet possède en effet la composition que lui assigne cette équation : on l'a constaté, en outre, par l'analyse successive du résidu obtenu directement et de la combinaison cristallisée en longues aiguilles minces préparées en traitant le résidu par l'eau et l'alcool. L'analyse de cette substance desséchée à 120 degrés a conduit à la formule suivante :

$$C^{24}H^{28}N^3I = C^{20}\begin{matrix}H^{16}\\(CH^3)^3\end{matrix}N^3, \quad CH^3I;$$

ce qui démontre que le sel violet est essentiellement différent de celui déjà connu, savoir : l'iodhydrate de la rosaniline triméthylique,

$$C^{23}H^{26}N^3I = C^{20}\begin{matrix}H^{16}\\(CH^3)^3\end{matrix}N^3\,HI,$$

fait qui est prouvé, en outre, par la forme cristalline beaucoup plus prononcée, et surtout par la nuance beaucoup plus bleue que cette matière colo-

rante communique à la soie ou à la laine. Le vert passe au violet avec dégagement de l'iodure méthylique, aussi bien quand il est fixé sur un tissu qu'à l'état libre. Il est intéressant de voir la couleur verte devenir permanente aussitôt que l'on empêche, d'une façon ou d'une autre, la scission de l'iodure de méthyle. Les cristaux iodurés peuvent être chauffés à la température de l'eau bouillante, dans des tubes scellés à la lampe, sans que la couleur verte soit altérée.

» La formation de la matière colorante bleue-violacée de l'iodure du vert s'accomplit dans d'autres conditions, qui ne sont pas moins intéressantes. En faisant digérer une solution méthylalcoolique du vert dans des tubes scellés à la lampe, pendant deux ou trois heures, au bain-marie, il apparaît dans le liquide, qui est devenu d'une nuance bleue violacée foncée, de longues aiguilles d'aspect cantharidoïde, lesquelles étant extrêmement peu solubles dans l'alcool, même à l'ébullition, peuvent être avec facilité obtenues à l'état de pureté. Le meilleur moyen de les recristalliser est d'avoir recours à l'alcool méthylique, dans lequel elles sont un peu plus solubles. L'analyse de ces cristaux montre qu'ils ont la composition remarquable

$$C^{26}H^{34}N^3I^3 = C^{20}\begin{matrix}H^{16}\\(CH^3)^3\end{matrix}N^3\left\{\begin{matrix}CH^3I\\CH^3I\\CH^3I\end{matrix}\right.$$

» Nous avons vu quelquefois se former le même composé par l'action directe de l'iodure de méthyle sur la triméthyle rosaniline.

» A côté de ces cristaux, difficilement solubles, dont la solution colore en violet avec un ton bleu foncé, il se forme un autre sel, qui donne également une teinte bleue-violacée, mais dont la nuance bleue est moins prononcée. Ce sel est extrêmement soluble dans l'alcool, mais il peut être produit à l'état cristallisé avec facilité, par l'évaporation lente de la solution alcoolique; l'analyse de ce sel a constaté la composition que l'examen des cristaux difficilement solubles avait permis d'entrevoir, le sel soluble et le produit complémentaire du sel insoluble; il a la même composition que le produit qui se forme en chauffant l'iodure du vert dans l'atmosphère, savoir :

$$C^{24}H^{28}N^3I = C^{20}\begin{matrix}H^{16}\\(CH^3)^3\end{matrix}N^3,CH^3I.$$

» Une molécule de l'iodure du vert, chauffée, subit donc la même transformation que produit l'action de la chaleur, sous les conditions ordinaires, avec cette différence que la molécule iode méthylique, perdue antérieure-

ment dans l'atmosphère, se fixe maintenant sur une autre molécule du vert, qu'elle transforme dans la combinaison difficilement soluble à trois molécules d'iodure de méthyle :

$$\underbrace{2\left[C^{20}\begin{matrix}H^{16}\\(CH^3)^3\end{matrix}N^3\left\{\begin{matrix}CH^3I\\CH^3I\end{matrix}\right.\right]}_{\text{Vert.}}=\underbrace{C^{20}\begin{matrix}H^{16}\\(CH^3)^3\end{matrix}N^3\left\{\begin{matrix}CH^3I\\CH^3I\\CH^3I\end{matrix}\right.}_{\text{Violet peu soluble.}}+\underbrace{C^{20}\begin{matrix}H^{16}\\(CH^3)^3\end{matrix}N^3,\ CH^3I.}_{\text{Violet soluble.}}$$

» A côté des deux violets, la réaction que nous avons décrite ne donne naissance à aucun autre produit; dans les tubes à digestion, il n'y a aucune pression; en les ouvrant, on n'observe pas de dégagement de gaz.

» *Produits secondaires dans la production du vert à l'iode.* — Pendant les expériences multipliées qui ont été faites dans le courant de ces recherches, nous avons observé très-fréquemment la production d'un produit secondaire incolore, qui se forme toujours quand on s'éloigne, soit dans les proportions, soit dans la température ou la durée du chauffage, des conditions que nous avons signalées comme favorables dans le commencement de ce Mémoire. Ce corps est produit fréquemment dans l'industrie, et très-souvent les fabricants en ont des milliers de kilogrammes, qui constituent des résidus embarrassants dans les usines. Il peut être séparé des matières colorantes produites simultanément, en épuisant le produit de la réaction, à plusieurs reprises, par l'alcool chaud, dans lequel la matière incolore est presque insoluble. En traitant par l'eau chaude la substance qui ne cède plus rien à l'alcool bouillant, les violets difficilement solubles dans l'alcool restent, tandis que la substance incolore se dissout. En évaporant la solution aqueuse, il se dépose des cristaux, qu'on purifie facilement en les recristallisant à plusieurs reprises dans l'alcool dilué.

» *Leucaniline octométhylique.* — Le corps en question, qu'on obtient très-souvent en cristaux prismatiques jaune clair, d'une longueur de quelques centimètres, est un iodure bien caractérisé, mais très-oxydable; il doit donc être desséché dans le vide, comme la plupart des composés que nous avons décrits. La composition est la suivante :

$$C^{28}H^{42}N^3I^3O=C^{20}\begin{matrix}(CH^3)^2\\H^{16}\\(CH^3)^3\end{matrix}N^3\left\{\begin{matrix}CH^3I\\CH^3I\\CH^3I\end{matrix}\right\}H^2O.$$

» Cette formule est contrôlée, d'une manière non équivoque, par l'analyse d'un sel platinique correspondant. Si l'on ajoute du chlorure platinique à

la solution de l'iodure que l'on a désiodée par l'action du chlorure d'argent, il se forme un précipité jaune clair, indistinctement cristallisé, qui, desséché dans le vide, a la composition suivante :

$$C^{56}H^{84}N^{6}Pt^{3}Cl^{18}O^{2} = 2\left[C^{20}\begin{matrix}(CH^{3})^{2}\\ H^{16}\\ (CH^{3})^{3}\end{matrix} N^{3}\left\{\begin{matrix}CH^{3}Cl\\ CH^{3}Cl\\ CH^{3}Cl\end{matrix}\right.\right], 3PtCl^{4}, 2H^{2}O.$$

» On peut envisager le corps dont nous venons de décrire la combinaison iodique et platinique, comme formé par la jonction des deux groupes méthyliques à la molécule de l'iodure violet difficilement soluble. Entre le violet facilement soluble et la combinaison incolore, il existe la même relation qu'entre l'iodhydrate de la leucaniline et le sel rosanilique correspondant :

$$\underbrace{C^{20}H^{19}N^{3}HI}_{\text{Sel rosanilique.}} \qquad \underbrace{\begin{matrix}C^{20}H^{16}N^{3}, CH^{3}I\\ (CH^{3})^{3}\end{matrix}}_{\text{Violet soluble : iodure.}}$$

$$\underbrace{\begin{matrix}H^{2}\\ C^{20}H^{19}N^{3}\end{matrix}\left\{\begin{matrix}HI\\ HI\\ HI\end{matrix}\right.}_{\text{Sel leucanilique.}} \qquad \underbrace{C^{20}\begin{matrix}(CH^{3})^{3}\\ H^{16}\\ (CH^{3})^{3}\end{matrix} N^{3}\left\{\begin{matrix}CH^{3}I\\ CH^{3}I\\ CH^{3}I\end{matrix}\right.}_{\text{Iodure incolore.}}$$

» On ne peut pas douter que le corps incolore ne puisse être envisagé, si l'on veut, comme une leucaniline octométhylique, et qu'il occupe en réalité la position que nous venons de signaler. En effet, on peut le former avec la plus grande facilité en faisant réagir l'iodure méthylique directement sur la leucaniline; dans ce but : 1 partie de leucaniline, $2\frac{1}{2}$ parties d'iodure méthylique et 2 parties d'alcool méthylique sont chauffées pendant dix heures, à 100 degrés, dans un autoclave; en ouvrant le robinet, il se produit un dégagement de gaz considérable, et la liqueur versée se montre séparée en deux couches, dont l'inférieure consiste en iodure de méthyle, tandis que la supérieure contient une solution méthylalcoolique et de l'iodure de leucaniline octométhylique. Cette dernière fournit ensuite une belle cristallisation du sel, qu'il suffit de reprendre par l'eau chaude pour obtenir, par le refroidissement, des cristaux parfaitement purs. On pourrait, au premier coup d'œil, être surpris qu'avec les proportions indiquées, on trouve encore une quantité d'iodure de méthyle non consommée dans les produits de la réaction, l'iodure de méthyle que l'on a ajouté ne représentant qu'un peu plus de la moitié de la somme

des groupes méthyliques dont on a besoin pour obtenir octométhylique la molécule leucanilique. Mais la méthylation commencée par l'iodure de méthyle s'achève ici évidemment par la coopération de l'alcool méthylique, l'acide iodhydrique dégagé dans la première phase de la réaction se transformant en iodure méthylique pour recommencer le travail; en opérant sous les conditions indiquées, on obtient presque la quantité théorique.

» L'iodure décrit a fixé notre attention, surtout parce qu'on réussit facilement à en séparer la base correspondante, dont l'étude nous a permis de compléter l'examen un peu rapide des bases libres, des violets et du vert. En traitant par l'oxyde d'argent la solution légèrement chauffée de l'iodure, il se forme tout de suite une liqueur incolore, fortement alcaline, fixant l'acide carbonique de l'atmosphère et précipitant les oxydes métalliques, laquelle, même en présence de la soude caustique, peut être maintenue en ébullition pendant des heures entières, et que l'on obtient finalement à l'état sirupeux. Cette liqueur contient certainement la base libre

$$C^{20} \begin{matrix} (CH^3)^2 \\ H^{16} \\ (CH^3)^3 \end{matrix} N^3 \left\{ \begin{matrix} CH^3, HO \\ CH^3, HO \\ CH^3, HO \end{matrix} \right.$$

» Traitée par l'acide iodhydrique, elle reproduit l'iodure qui a été le point de départ de sa préparation; par l'acide chlorhydrique et le chlorure de platine, elle forme le sel platinique décrit.

» On sait bien que la leucaniline correspondant à la rosaniline se transforme facilement en rouge sous l'influence des agents oxydants : l'idée se présentait naturellement d'effectuer une semblable métamorphose avec la combinaison octométhylique. S'il était possible d'oxyder les deux groupes méthyliques additionnels qui fonctionnent à la place de l'hydrogène additionnel dans la leucaniline, on devrait tomber en premier lieu sur le violet bleu peu soluble, et, par une défalcation méthylique ultérieure, au vert et finalement de nouveau au violet, mais l'oxydation ne s'effectue que difficilement; la plus prompte et la meilleure manière est de chauffer l'iodure à 120 degrés au contact de l'air : dans ce cas, il se dégage de l'iodure de méthyle; la masse se dissout alors dans l'alcool avec une magnifique couleur violette, et le résidu n'est probablement que le violet à 1 molécule d'iodure de méthyle. Remplace-t-on l'oxygène atmosphérique par des agents oxydants, même les plus faibles, comme le chlorure platinique,

l'oxyde d'argent, le peroxyde de plomb, l'action va plus loin : on a une belle coloration verte éphémère, laquelle malheureusement passe rapidement au bleu et au violet, et qui, lorsqu'on pousse l'oxydation trop loin, devient d'un jaune sans valeur.

» Nous nous sommes donné beaucoup de peine à préparer les bases correspondantes aux iodures décrits, mais nous devons avouer que cette partie de nos recherches laisse encore beaucoup à désirer.

» Si l'on ajoute, à une solution concentrée de l'iodure du vert dans l'eau ou dans l'alcool, de la potasse ou de la soude, ou même de l'ammoniaque, on obtient un précipité qui s'agglomère rapidement en une masse résineuse; l'addition d'une grande quantité d'eau redissout complétement ce précipité, en donnant naissance à une liqueur bleue-ardoise qui devient rapidement incolore; l'addition de l'acide acétique reproduit la nuance verte primitive. Des solutions de ce genre avaient été abandonnées pendant une année; même après ce temps, la solution ammoniacale se colorait encore en vert; celle qui renfermait de la soude donnait une coloration violette, indiquant que, dans ce cas, il y avait eu décomposition. En dissolvant dans l'alcool les deux iodures violets, très-peu solubles dans l'eau, et en ajoutant des alcalis caustiques, ces sels aussi se décolorèrent. En versant de l'eau, les solutions se troublent, les bases qui, comme leurs iodures, sont insolubles à l'eau étant déposées en précipité blanc. Jusqu'à présent, nous n'avons soumis à un examen un peu plus approfondi que la base du vert. La masse résineuse, séparée par une solution de soude concentrée, devient, après peu de temps, dure et cassante; on peut alors la pulvériser en poudre d'un rouge brun qui, placée sur un filtre d'amiante et traitée par la soude, perd tout son iode; le picrate se prête très-bien à la préparation de la base; dans ce but, on dissout le sel, très-difficilement soluble dans l'alcool pur, dans l'alcool ammoniacal où il se dissout évidemment par décomposition avec une couleur jaune, en ajoutant, avec cette solution, de la soude concentrée; la base est également précipitée; ainsi obtenue, elle a servi à la préparation de l'acétate et du nitrate mentionnés précédemment; il est presque certain que, par des procédés analogues, on obtiendra aussi les bases du violet si intimement liées au vert.

» Quoi qu'il en soit, nous nous croyons justifiés, tout en admettant les lacunes de cette partie de nos recherches, à considérer les solutions décolorées par les alcalis comme renfermant les bases correspondantes aux trois iodures. Leurs compositions seraient donc exprimées par les formules suivantes :

Base du violet soluble........	$C^{20}\begin{matrix}H^{16}\\(CH^{3})^{3}\end{matrix} N^{3}\ CH^{3}, HO$
Base du vert................	$C^{20}\begin{matrix}H^{16}\\(CH^{3})^{3}\end{matrix} N^{3}\left\{\begin{matrix}CH^{3}, HO\\CH^{3}, HO\end{matrix}\right.$
Base du violet peu soluble.....	$C^{20}\begin{matrix}H^{16}\\(CH^{3})^{3}\end{matrix} N^{3}\left\{\begin{matrix}CH^{3}, HO\\CH^{3}, HO\\CH^{3}, HO\end{matrix}\right.$

» Toutes ces bases appartiennent à la classe des corps dont les premiers termes ont été découverts et introduits dans la science par l'un de nous, sous le nom de *bases ammoniées*, il y a presque vingt ans.

» La composition et la manière d'être des combinaisons en question se prêtent parfaitement à cette conception.

» La série des corps dérivant de la rosaniline par la méthylation s'est augmentée essentiellement par notre travail; de l'iodhydrate de la rosaniline, découlent donc maintenant, en succession non interrompue, les dérivés suivants :

Iodhydrate de rosaniline	$C^{20}\ H^{19}$	N^{3},	HI
» de méthylrosaniline..................	$C^{20}\left\{\begin{matrix}H^{18}\\CH^{3}\end{matrix}\right.$	N^{3},	HI
» de diméthylrosaniline................	$C^{20}\left\{\begin{matrix}H^{17}\\(CH^{3})^{2}\end{matrix}\right.$	N^{3},	HI
» de triméthylrosaniline..........	$C^{20}\left\{\begin{matrix}H^{16}\\(CH^{3})^{3}\end{matrix}\right.$	N^{3},	HI
Iodure méthylique de triméthylrosaniline........	$C^{20}\left\{\begin{matrix}H^{16}\\(CH^{3})^{3}\end{matrix}\right.$	N^{3},	$CH^{3}I$
Di-iodure » »	$C^{20}\left\{\begin{matrix}H^{16}\\(CH^{3})^{2}\end{matrix}\right.$	N^{3},	$(CH^{3}I)^{2}$
Tri-iodure » »	$C^{20}\left\{\begin{matrix}H^{16}\\(CH^{3})^{3}\end{matrix}\right.$	N^{3},	$(CH^{3}I)^{3}$
» » de pentaméthylleucaniline.....	$C^{20}\left\{\begin{matrix}(CH^{3})^{2}\\H^{16}\\(CH^{3})^{3}\end{matrix}\right.$	N^{3},	$(CH^{3}I)^{3}$

» Remarquons encore que les phénomènes que nous avons constatés dans les pages précédentes, pour la série méthylique, s'observent aussi dans la série éthylique; mais les réactions s'accomplissent plus lentement et d'une manière moins précise.

» Aussi les produits formés sont-ils moins facilement cristallisables. Quant à la couleur du corps éthylique correspondant au vert à l'iode méthylique, elle vire plus au jaune; c'est la raison pour laquelle les corps éthyliques n'ont pas encore été le sujet d'une fabrication aussi régulière.

» En terminant, qu'il nous soit permis de remercier ceux qui nous ont assistés dans le cours de ce travail; les recherches que nous venons de soumettre à l'appréciation de l'Académie ont exigé beaucoup de temps et de peines; aussi, quoique nous ayons déjà reconnu la nature de l'iodure vers la fin de l'année dernière, n'avons-nous réussi que pendant cet été à recueillir tous les chiffres nécessaires pour préciser nos conceptions.

» Nous remercions M. Buff de l'intelligence et de la persévérance avec lesquelles il a surveillé la marche des expériences, aussi bien que de sa coopération dans les nombreuses analyses dont l'exécution a été aussi accélérée par MM. Bulls et Th. Sarnau. Finalement, nous nous souvenons avec une vive gratitude de la libéralité dont M. A. Clavel, à Bâle, a mis à notre disposition les riches ressources de son bel établissement, pour les expériences qu'on ne pouvait faire que sur une grande échelle. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Sur la constitution des spectres lumineux; par* **M. Lecoq de Boisbaudran.** [Deuxième Note (1).]

(Commissaires précédemment nommés : MM. Dumas, Regnault, Edm. Becquerel, Wurtz.)

« 9. Il est nécessaire qu'il y ait une relation simple entre le temps employé par la molécule pour tourner sur elle-même et celui qu'elle met à accomplir sa révolution elliptique. Il faut, de même, qu'un rapport simple existe aussi entre les temps dépensés par la molécule pour parcourir la première et la seconde orbites elliptiques, car nous avons vu que c'était le retour des mêmes phases qui donnait naissance à des raies de longueurs d'onde déterminées; or, si les rapports simples dont je parle n'existaient pas, les phases se trouveraient placées, pour les diverses molécules du milieu lumineux, dans toutes les positions possibles sur les orbites; les âges des phases des inégalités seraient quelconques au moment du passage au périhélie, et on obtiendrait un nombre infini de longueurs d'onde, c'est-à-dire un spectre continu. Or il n'en est pas ainsi, puisque nous observons des spectres formés de raies distinctes. Il faut donc admettre que les lieux où se produisent les phases sont fixes sur les orbites elliptiques et qu'il existe une force

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier au *Compte rendu*.

[dépendant sans aucun doute de la nature des inégalités elles-mêmes (1)] qui *maintient* la constance des rapports susdits.

» Je dis *maintient*, car il doit exister de nombreuses causes de perturbations tendant à écarter les phases des points fixes dont je viens de parler. De l'opposition qui existe entre les deux forces qui nous occupent, doit naître une oscillation des positions des phases sur les orbites. Suivant les intensités relatives des forces perturbatrices et conservatrices des positions des phases, celles-ci oscilleront avec plus ou moins d'amplitude autour de leur point d'équilibre, et le retour d'une même phase ne se fera plus exactement sur le même point de l'orbite; on aura ainsi un nombre de longueurs d'onde qui pourra être infini, mais les valeurs de λ seront limitées par deux grandeurs fixes. Si ces limites sont très-rapprochées, on observera une raie à peu près (2) linéaire; si elles sont plus écartées, la raie se transformera en bande lumineuse plus ou moins large, et deux cas pourront alors se présenter :

» (*a*) Les positions des phases sont distribuées d'une manière sensiblement uniforme dans l'espace compris entre leurs limites extrêmes : dans ce cas, la raie ou bande sera également lumineuse dans toutes ses parties;

» (*b*) Les phases deviennent moins nombreuses à mesure qu'elles s'éloignent de leur position moyenne d'équilibre; cet effet peut provenir de ce que les perturbations n'ont pas la même intensité sur toutes les molécules qui concourent à produire le rayon que notre œil perçoit, et surtout de ce que les oscillations des positions des phases sont elles-mêmes soumises à des maxima et des minima d'amplitude, qui font que la probabilité d'être le lieu d'un grand nombre de phases diminue en allant du point d'équilibre moyen vers les limites extrêmes des oscillations : dans ce cas, la bande ou raie est nébuleuse, avec maximum d'intensité au milieu et lumière dégradée à droite et à gauche.

» Enfin, si les forces perturbatrices acquièrent une grande énergie, les bandes s'élargissent de plus en plus, se recouvrent mutuellement, et l'on

---

(1) Aussi je pense qu'il doit y avoir un rapport très-simple (et peut-être quelquefois l'égalité) entre le nombre de groupes élémentaires contenus dans la bande de deuxième degré et le nombre de bandes de deuxième degré contenues dans un spectre du troisième degré : ce qui, joint à la loi des harmoniques, permettra, j'espère, de construire un spectre complet, étant donné le dessin d'une seule de ses bandes de deuxième degré et peut-être même d'un seul groupe élémentaire.

(2) On peut dire que, rigoureusement parlant, il n'existe pas de lumière réellement monochromatique, puisque les raies occupent toujours une certaine étendue de l'échelle spectrale.

n'observe plus qu'un spectre continu. Dans les corps solides ou liquides, le rapprochement des molécules et leur peu d'indépendance rendent certaine l'existence de perturbations considérables; aussi observe-t-on que leurs spectres sont continus.

» Je viens de dire que la nébulosité des raies est due à l'extension des limites entre lesquelles les phases peuvent se placer sur les orbites, et que la cause qui rend continus les spectres des solides et des liquides est le rapprochement et le peu de liberté des molécules; d'où cette déduction : que, si nous comprimons un gaz lumineux, nous augmenterons les causes perturbatrices et nous élargirons les raies. On a observé, en effet, que les raies fines de l'hydrogène d'un tube Geissler acquièrent une largeur sensible et deviennent nébuleuses lorsqu'on augmente la pression. M. Frankland a observé un fait identique au fond, lorsqu'il a démontré que, sous une forte pression, les gaz donnaient un spectre continu.

» **10.** L'ensemble de raies formé par la rotation de la molécule, sa translation dans une ellipse et la translation de cette ellipse constituent un tout dont les diverses parties peuvent n'avoir aucun rapport harmonique, puisqu'elles ont pour origines des causes indépendantes. Le principe des harmoniques ne peut servir qu'à expliquer la répétition pure et simple d'un spectre déjà constitué; mais ce n'est pas seulement aux spectres de troisième degré que ce principe peut s'appliquer, car cela voudrait dire que l'un des trois mouvements que nous avons considérés ne pourrait pas produire d'harmoniques indépendamment des deux autres, et que, s'il doublait de vitesse, par exemple, les autres seraient forcés de doubler aussi. Chacun des trois mouvements doit pouvoir produire ses harmoniques isolément; seulement, il est assez probable qu'en général, lorsque les forces appliquées deviennent assez intenses pour produire de nouveaux harmoniques, elles agissent en même temps sur tous les mouvements de la molécule et que la plupart des harmoniques observés proviennent de la répétition d'un spectre du troisième degré.

» **11.** Lorsqu'un spectre partiel ou total passe à ses harmoniques supérieurs, les distances absolues existant entre ses diverses parties, comptées sur l'échelle lumineuse, doivent diminuer, et cela suivant le rapport même des nombres qui représentent l'ordre des harmoniques considérés.

» **12.** Le nombre des harmoniques contenus dans un spectre paraît être en général assez faible. Il en est de même du numéro d'ordre des harmoniques.

» J'ai observé dans un même spectre l'existence simultanée de trois harmoniques correspondants, et l'harmonique le plus élevé que j'aie encore

mesuré s'est trouvé être le onzième de la note fondamentale. Du reste, cette note elle-même pourrait fort bien n'être que l'harmonique de vibrations encore plus lentes.

» **13.** Dans la synthèse du spectre complet, je n'ai fait entrer qu'une seule espèce d'ondes, savoir : celles dont l'axe est parallèle à la ligne de force qui joint la molécule à son centre instantané de mouvement. Ces ondes sont probablement, en effet, celles qui contribuent le plus à produire la lumière visible; cependant il existe d'autres ondes, transversales aussi, et n'ayant besoin pour affecter la vue que d'avoir des longueurs d'onde et des amplitudes convenables. Pour obtenir ces ondes, rapportons leurs époques d'émission, non plus aux passages des inégalités de la molécule par un méridien héliocentrique, lequel change lui-même de position dans l'espace, mais à une direction fixe, qui sera celle du rayon visuel de l'observateur. De même que pour la première espèce d'ondes, nous devons considérer les trois mouvements de la molécule :

» 1° Si le mouvement de rotation de la molécule est uniforme, la durée *du jour sidéral* restera constante, et nous aurons, dans la direction de notre rayon visuel, une suite d'émissions d'ondes qui produira le groupe caractéristique du spectre (§ 4) et ses harmoniques : les vitesses des inégalités de la molécule étant comparables pour les deux espèces d'ondes, il est fort possible que les vibrations de la seconde espèce soient visibles, et l'on devra les retrouver dans les spectres avec cette propriété de ne pouvoir former de bandes ombrées de second ou de troisième degré, mais conservant la faculté de se reproduire par harmoniques;

» 2° Le mouvement de la molécule sur la première ellipse produira une onde dont le λ sera proportionnel au temps employé pour une révolution; cette onde unique pourra se reproduire par harmoniques : la lumière émise sera sans doute invisible à cause de sa grande longueur d'onde, et il faudrait probablement s'élever assez haut dans la série des harmoniques pour que celles-ci devinssent visibles;

» 3° La seconde ellipse produira de même une ondulation ayant une grande valeur de λ.

» **14.** Je vais maintenant avoir l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie quelques-uns des rapports numériques que j'ai observés entre les λ des raies d'un même spectre et aussi entre les spectres des corps de même famille chimique. Mes mesures n'étant pas toutes définitivement terminées, je dois avertir que plusieurs des longueurs d'onde que je vais attribuer aux diverses raies ne sont encore qu'approximatives, bien qu'elles

soient plus que suffisamment exactes pour pouvoir être appliquées à la vérification de la théorie.

» **15.** Spectre du chlorure de potassium chauffé dans la flamme d'un bec Bunsen. Valeur des raies principales en millionièmes de millimètre :

		Différences.
Moyenne des deux raies rouges	768,0	
» du groupe de trois raies jaunes	580,5	187,5
» de la première bande verte	533,9	46,6
» de la deuxième bande verte	510,7	23,2
» de la troisième bande verte, environ	494,6	16,1
Raie observée par M. Thalén, mais invisible dans notre flamme, à cause de l'éclairage très-vif du fond	482,7	11,9
Raie violette (milieu)	405,0	77,7

» Une proportion géométrique peut s'établir entre 11,9, 16,1 et 23,2. Pour qu'elle soit exacte, il faut 11,2, différence bien faible si l'on a égard au peu de netteté des bandes à mesurer.

» On voit que les cinq groupes du jaune et du vert forment un spectre de second degré, dont les groupes élémentaires vont en se rapprochant et en perdant de l'intensité à mesure qu'ils marchent vers le violet. Le mouvement de rotation de la molécule du potassium est donc de même sens que celui de translation sur la première ellipse.

» **16.** Spectre du chlorure de rubidium (bec Bunsen). Raies principales.

			Moyennes.	Différences.
Première raie rouge, environ		790,9	785,1	
Principale raie rouge		779,0		
Moyenne d'un groupe de quatre raies, dont deux principales et une très-faible			617,8	167,3
Raie vert-jaune		572,2		49,2
	7,2		568,6	
»		565,0		
Raie verte		542,9		29,0
	6,5		539,6	
»		536,4		
»		525,8		16,9
	6,1		522,7	
»		519,7		
»		515,7		9,7
	5,5		513,0	
»		510,2		92,0
Raie violette		421,7	421,0	
»		420,3		

» Les nombres 9,7, 16,9, 29,0 et 49,2 (1) forment une progression géométrique; de même que dans le potassium le mouvement de rotation est de même sens que celui de translation sur la première ellipse. L'écartement considérable des deux raies qui composent le groupe élémentaire du spectre du rubidium permet de vérifier un point de la théorie; ces raies se rapprochent, en effet, à mesure que le groupe s'avance dans le spectre de second degré. Cela doit être, puisque, lorsque la molécule s'éloigne du périhélie, la durée de ses *jours* diminue, et cette durée règle l'écartement des raies du groupe.

» 17. Comparaison des spectres du chlorure de potassium et du chlorure de rubidium.

» A la seule inspection des dessins on aperçoit des rapports nombreux. Les deux spectres sont également formés :

» 1° D'une double raie rouge;

» 2° De cinq bandes placées vers le milieu des spectres;

» 3° D'une raie, ou double raie, violette.

» La double raie rouge du rubidium ne paraît cependant pas correspondre à la double raie rouge du potassium, mais avec un groupe qui devrait être placé entre 740 et 745, et que je n'ai point observé. Ce qui me confirme dans cette opinion, c'est qu'il existe un même rapport de 2 : 3 entre le groupe rouge du potassium et le *troisième* des cinq groupes de la bande centrale, et entre le groupe rouge du rubidium et le *quatrième* des cinq groupes de la bande centrale; de plus le rapport entre les deux groupes rouges potassium et rubidium deviendrait à peu près 1,058 (au lieu de 1,022), ce qui s'approche beaucoup des valeurs trouvées pour les raies centrales. Des rapports évidents existent entre les bandes centrales des deux spectres. Des deux côtés, il y a progression géométrique exacte pour les quatre derniers termes et même anomalie de position pour le premier. Le coefficient par lequel il faut multiplier le λ d'un groupe central du potassium pour obtenir la position du groupe correspondant du rubidium est sensiblement constant, puisqu'on a :

Entre les deux	premiers	termes	1,064	(environ).
»	»	seconds	»	1,065
»	»	troisièmes	»	1,056
»	»	quatrièmes	»	1,058
»	»	cinquièmes	»	1,063
	En moyenne........			1,061

(1) Il est moins certain que ce nombre 49,2 appartienne à la progression, car le groupe

» Le rapport entre la raie violette du potassium et le centre des deux raies violettes du rubidium est 1,04; il s'éloigne donc de celui des raies centrales, mais il pourrait bien y avoir ici une anomalie apparente du genre de celle qui existe entre les raies rouges.

» Des rapports analogues et de même sens se remarquent entre les spectres du rubidium et du cœsium, mais ce dernier métal possède un spectre trop compliqué pour que je puisse en aborder ici l'étude; je dirai seulement que les deux raies bleues du cœsium, qui paraissent correspondre aux groupes violets du potassium et du rubidium non-seulement sont placées comme pouvait le faire pressentir l'accroissement du poids de l'atome, mais encore présentent un écartement plus grand que celui du groupe violet du rubidium, en sorte qu'il y a continuation régulière d'un même phénomène, depuis le potassium jusqu'au cœsium.

» **18**. Chlorure de calcium (bec Bunsen).

» Avec le chlorure de calcium pur et simple, il y a superposition des spectres du chlorure et du métal; mais si l'on fait traverser au gaz d'éclairage un ballon contenant de l'acide chlorhydrique bouillant, le spectre dû au chlorure prend beaucoup d'intensité et il est facile d'éliminer celles des raies que la présence de l'acide chlorhydrique n'a pu complétement détruire, mais qu'elle a du moins considérablement affaiblis. Le spectre obtenu est très-simple, car il ne se compose que de cinq groupes de raies qui ont pour valeurs de λ :

		Différences.	Rapports de deux raies consécutives.
Milieu de deux raies rouges assez rapprochées (1).	633,2		
» deux raies orangées »	619,1	14,1	1,023
» » »	606,1	13,0	1,022
» une raie nébuleuse jaune »	593,5	12,6	1,021
» » jaune-vert »	581,9	11,6	1,020

» Nous avons donc, je crois, affaire à un spectre de deuxième degré (ou de troisième degré), se dégradant vers le violet; ce qui attribue à la rotation de la molécule un mouvement de même sens que celui de translation de la première ellipse.

» **19**. Chlorure de strontium (bec Bunsen).

» En saturant d'acide chlorhydrique la flamme du gaz, il est facile d'obtenir le spectre du chlorure presque complétement exempt de celui du mé-

---

des quatre raies ne peut point correspondre exactement aux groupes doubles qui sont à sa droite; il y a là sans doute un effet de superposition de deux groupes.

(1) Leur distance est d'environ 2,1 millionièmes de millimètre.

tal, car c'est à peine s'il reste une faible trace de la raie α jaune-orangé, qui est si vive dans le spectre du chlorure de strontium chauffé sans addition d'acide chlorhydrique. De même que dans le spectre du chlorure de calcium nous avons cinq raies ayant pour valeurs de λ :

		Différences.	Rapports de deux raies consécutives.
Milieu d'une raie rouge nébuleuse	673,0		
		14,4	1,020
» » »	659,6		
		13,3	1,021
» » »	646,3		
		11,3	1,018
» d'une raie rouge-orangé	635,0		
		11,9	1,019
» » orangée	623,1		

» La suite des différences présente une petite irrégularité : le dernier terme est un peu plus fort que celui qui le précède, et ce devrait être l'inverse. Le dessin sur lequel j'ai pris les nombres actuels n'a pas encore été vérifié, et il serait fort possible que cette vérification amenât une petite diminution dans la valeur de 635,0. Dans ce cas, notre spectre paraîtrait être celui d'une molécule dont la rotation et la translation sur la première ellipse seraient de même sens.

» 20. Comparaison des spectres du chlorure de calcium et du chlorure de strontium, l'un et l'autre avec excès d'acide chlorhydrique.

» Ces deux spectres présentent une très-grande analogie; ils sont composés chacun de cinq groupes dont les éléments sont beaucoup plus distincts dans le chlorure de calcium que dans le chlorure de strontium. Les rapports qui existent entre les raies correspondantes sont :

Entre les deux premiers termes	1,063
» les deux seconds termes	1,065
» les deux troisièmes termes	1,066
» les deux quatrièmes termes	1,070
» les deux cinquièmes termes	1,071

» Le coefficient par lequel il faut multiplier le λ d'un groupe de raies du chlorure de calcium pour obtenir le groupe correspondant dans le chlorure de strontium croît donc régulièrement à mesure que les raies s'avancent vers le violet.

» Il était intéressant de chercher si les raies que nous avons fait disparaître en introduisant de l'acide chlorhydrique dans la flamme obéiraient à la même loi : l'expérience démontre qu'il en est ainsi. Le rapport entre les raies bleues du strontium et du calcium est 1,090, nombre qui (vu la position relativement avancée de ces raies vers le violet) se place très-bien dans la série précédente. Il en est de même des deux premières raies des

deux spectres; leur rapport est 1,058, ce qui s'accorde encore avec la progression indiquée ci-dessus.

» Mais, si nous comparons entre elles les larges et brillantes raies nébuleuses qui sont placées dans les deux spectres, à la droite des raies fournies par les chlorures additionnés d'acide chlorhydrique, nous trouvons des coefficients tout différents, ce qui, à première vue, semblerait indiquer que ces raies n'appartiennent plus à la série qui nous occupe; cependant calculons pour chacune d'elles, et au moyen des nombres donnés par notre série elle-même, la position que devrait avoir la raie correspondante dans le spectre de l'autre métal. Prenons d'abord pour base la forte raie du strontium : le calcul nous indique, pour la raie correspondante du calcium, une position approchée, et, si nous nous reportons au dessin du spectre de ce métal, nous trouvons, en effet, à l'endroit désigné une raie nébuleuse faible qui présente, avec la raie intense du strontium, le rapport 1,073 qui rentre bien dans la série.

» La raie puissante du calcium, prise maintenant pour base de notre calcul, nous conduirait à admettre dans le spectre du strontium l'existence probable d'une raie placée à droite de la grosse raie orangée. Rien de pareil ne s'observe dans le spectre du chlorure de strontium produit dans une flamme Bunsen sans excès d'acide chlorhydrique; mais le groupe cherché existe avec assez d'intensité dans le spectre que donne l'étincelle d'induction qui éclate à la surface d'une solution de chlorure de strontium. Le rapport des raies aux groupes est 1,074. La correspondance des deux groupes est encore démontrée par la constitution de ces groupes, formés chacun de plusieurs raies qui paraissent placées dans des positions relatives semblables.

» Voilà donc un exemple de spectres tout à fait analogues, mais dont tous les termes correspondants ne se produisent pas avec la même facilité, et peuvent par conséquent posséder de grandes différences d'intensité, lesquelles tendent naturellement à faire méconnaître les analogies.

» En résumé, si nous réunissons tous les rapports que nous venons de trouver, nous aurons pour les spectres de chlorure de calcium et chlorure de strontium avec ou sans excès d'acide chlorhydrique :

1,058	sans excès de HCl
1,063	avec excès de HCl
1,065	»
1,066	»
1,070	»
1,071	»
1,073	sans excès de HCl
1,074	»
1,090	»

» La régularité de l'accroissement du coefficient permettrait, si l'on découvrait une nouvelle raie dans le spectre de l'un des métaux, de calculer très-approximativement la position de la raie correspondante dans le spectre du second métal. »

M. **Meyer** adresse, de Charleston, quelques modifications à ses Communications précédentes sur les problèmes d'analyse indéterminée.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Chamard** adresse un nouveau Mémoire sur la direction des aérostats.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. **W. Jenkins** adresse une Lettre relative à ses Communications précédentes sur le cholera.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

CORRESPONDANCE.

M. **Élie de Beaumont** donne lecture d'un télégramme qui lui a été adressé de Moscou, au nom du second Congrès des naturalistes russes. Le Congrès, à l'occasion de l'anniversaire séculaire de la naissance de Cuvier, fait savoir à l'Académie qu'il a voulu rappeler d'une manière spéciale les immenses services rendus à l'histoire naturelle par l'illustre savant français. Ce télégramme est signé du comte Dimitry Tolstoy, Ministre de l'Instruction publique, et de M. Tschourovsky, Président du Congrès.

M. **le Secrétaire perpétuel** présente à l'Académie, au nom de *M. de la Saussaye*, Membre de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, et de *M. Péan*, la première partie du tome Ier de l'ouvrage en voie de publication : « la Vie et les Ouvrages de Denys Papin ».

MÉCANIQUE. — *Théorie nouvelle de la gravitation.* Note de M. **Leray**, présentée par M. Faye (1).

« Cette nouvelle théorie repose sur l'admission de l'éther, fluide éminemment subtil et parfaitement élastique, et sur les deux principes suivants :

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant les limites réglementaires, serait reproduite en entier au *Compte rendu*.

» *Premier principe.* — Au sein de l'éther libre, c'est-à-dire non influencé par les corps environnants, il existe, en chaque point, des courants égaux qui se croisent dans toutes les directions.

» *Second principe.* — En traversant un corps, les courants d'éther s'affaiblissent proportionnellemeni à l'épaisseur traversée et à la densité moyenne le long du parcours.

» Ajoutons que les courants ainsi affaiblis, en voyageant ensuite dans l'éther, ne recouvrent que très-lentement leur force première, et peuvent être considérés approximativement, dans les limites de notre monde solaire, comme conservant une valeur constante.

» Nous sommes parvenu à ces principes en nous fondant sur des considérations philosophiques qui seront publiées prochainement; mais nous les proposons ici comme de simples hypothèses, remarquables par les conséquences qui en découlent. Ils conduisent, en effet, aux mêmes résultats que la loi de l'attraction universelle, sans faire intervenir aucune action à distance, et donnent, en outre, la clef de beaucoup de phénomènes que cette loi n'explique pas.

» Pour nous en convaincre, faisons l'application de ces principes à l'étude : 1° de l'action de l'éther sur un corps isolé ou sur deux corps intérieurs l'un à l'autre; 2° de son action sur deux corps extérieurs l'un à l'autre; 3° de la pesanteur en particulier.

» I. *Action de l'éther sur un corps isolé ou sur deux corps intérieurs l'un à l'autre.* — Soit le corps isolé M en repos. Les courants qui l'atteignent sont égaux d'après le premier principe. D'après le second, deux courants opposés qui le traversent éprouvent un affaiblissement égal, et les impulsions données aux molécules de M par les chocs des atomes d'éther se contrebalancent. Donc ce corps demeure en équilibre sous l'action des courants qui le traversent.

» La force vive que les courants ont perdue en traversant M est gagnée par ce corps; et, comme son équilibre extérieur n'est pas troublé, il faut que les mouvements de translation qui ont disparu dans les courants se soient transformés en mouvements rotatoires ou vibratoires des molécules de M.

» Cette transformation se présente comme la cause la plus simple et la plus naturelle du magnétisme, de la chaleur centrale et de la lumière des astres. Cette cause, étant permanente, explique sans difficulté pourquoi la lumière et la chaleur du soleil sont elles-mêmes constantes.

» Si le corps M est en mouvement, il éprouvera une résistance qui tendra à ralentir sa vitesse. Car les courants qui chemineront dans le sens de

son mouvement lui donneront une impulsion moindre que ceux qui le choqueront dans la direction contraire. Ce résultat sera d'autant plus sensible que la densité de M sera plus faible et sa vitesse plus grande; et il pourra être appréciable pour les comètes.

» Considérons maintenant un solide M, compris entre deux sphères concentriques, homogène ou formé de couches homogènes, et le corps m situé dans l'intérieur de sa plus petite surface. Deux courants opposés rencontreront m après avoir traversé des épaisseurs de M égales et de même densité moyenne, par conséquent après avoir subi le même affaiblissement, et leurs actions impulsives se neutraliseront. Donc m restera en équilibre.

» On arriverait au même résultat en remplaçant M par un solide compris entre deux cylindres indéfinis de même axe, ou entre deux ellipsoïdes semblables et semblablement placés.

» On démontrerait avec non moins de facilité qu'un point situé dans l'intérieur d'une masse sphérique, ellipsoïdale ou cylindrique, homogène ou formée de couches homogènes, éprouve de la part des courants d'éther la même action que si les couches qui l'enveloppaient n'existaient pas.

» II. *Action de l'éther sur deux corps extérieurs l'un à l'autre.* — Il est clair d'abord que ces deux corps M, M' seront poussés l'un vers l'autre. Si, en effet, nous considérons deux courants opposés, f, f', qui traversent les deux corps, nous voyons que f n'atteint M' qu'après avoir traversé M. Pareillement, f' n'atteint M qu'après s'être affaibli en traversant M'. Pour ce double motif, les impulsions qui tendent à rapprocher M et M' surpassent celles qui tendent à les éloigner. Donc ces deux corps sont poussés l'un vers l'autre.

» Si l'on détermine, par le calcul, la force impulsive dans certains cas particuliers, on arrive aux théorèmes suivants :

» 1° Un point extérieur (et par *point* nous entendons ici une petite sphère impénétrable, de rayon r) est poussé vers une sphère, homogène ou formée de couches homogènes, dont la masse est M et la distance au point extérieur D, par une force égale à $KF\frac{\pi r^2 . M}{D^2}$.

» 2° Si le point est remplacé par une masse m, pénétrable et de forme quelconque, pourvu que son volume soit excessivement petit par rapport à celui de la sphère M, on trouve pour valeur de la force $K^2F\frac{mM}{D^2}$.

» 3° Deux sphères de rayons quelconques, homogènes ou formées de couches homogènes, dont les masses sont M, M', et dont la distance des cen-

tres est D, sont poussées l'une vers l'autre par une force égale à $K^2F\frac{MM'}{D^2}$.

» Dans ces théorèmes, K représente l'affaiblissement qu'éprouve un courant d'intensité 1, en traversant 1 mètre d'un corps de densité 1. Ce facteur est excessivement petit. En revanche F est très-grand.

» Pour bien comprendre la signification de ce facteur F, concevons deux sphères concentriques, la première de rayon R tel que $\pi R^2 = 1$, la seconde de rayon $R' = 1$. Sur la surface de cette dernière, prenons une calotte dont la surface $= 1$, et menons un cône ayant cette calotte pour base et le centre des sphères pour sommet.

» Ceci posé, F est une force égale à la somme des intensités des courants qui atteignent la première sphère dans des directions parallèles à tous les rayons compris dans le cône précité.

» Sans entrer dans le détail des calculs qui conduisent aux théorèmes précédents, nous pouvons montrer, d'un seul coup, que nos deux principes mécaniques doivent conduire, dans tous les cas, aux mêmes résultats que la loi de l'attraction universelle.

» Soit un corps M, de forme quelconque, et un point extérieur m. De ce point comme centre, décrivons une sphère de rayon 1 et décomposons sa surface en éléments σ. Menons ensuite des cônes ayant ces éléments pour bases et le centre pour sommet. Considérons l'un de ces cônes qui, prolongé, découpe dans M un tronc de cône infinitésimal, de hauteur h et de densité moyenne d.

» Soit i l'intensité du courant formé par les atomes d'éther qui atteignent m, après avoir traversé le tronc de cône. D'après nos principes, l'affaiblissement qu'il éprouve est $iKdh$, comme le courant opposé frappe m avec toute son intensité, il en résulte que le point m est poussé vers le tronc de cône par une force égale à $iKdh$, ou proportionnelle à $\sigma.d.h$, puisque K est constant et que i est proportionnel à σ.

» Faisons maintenant le calcul de la force attractive, en partant de la loi de Newton. Pour cela, décomposons le tronc de cône par des sphères infiniment rapprochées, de centre m. Soit ρ le rayon de l'une de ces sphères, $\rho + d\rho$ celui de la suivante, et s la section que fait la première dans le tronc de cône. La petite portion de cône comprise entre ces deux sphères a pour volume $s.d\rho$, et pour masse $s.d\rho.\delta$, si l'on désigne par δ sa densité. L'attraction exercée par cette masse sur le point m est donc proportionnelle à $\frac{s.d\rho.\delta}{\rho^2}$. Mais $s : \sigma :: \rho^2 : 1$, d'où $s = \sigma\rho^2$; et l'attraction devient proportionnelle à $\sigma.d\rho.\delta$. Pour les autres petites masses analogues, on trouverait de même

$\sigma.d\rho.\delta'$, $\sigma.d\rho.\delta''$,..., en désignant leurs densités par δ', δ'',.... Par suite, l'attraction totale du tronc de cône est proportionnelle à

$$\sigma.d\rho\,(\delta + \delta' + \delta'' + \ldots) = \sigma.d.h,$$

même résultat que ci-dessus.

» Cette démonstration s'appliquerait à tous les cônes partiels.

» Donc les deux systèmes donneront, pour la résultante des forces élémentaires, des valeurs qui différeront tout au plus par un facteur constant.

» Si l'on persiste à regarder les forces attractives comme des réalités, on ne pourra du moins refuser à nos deux principes la valeur d'une nouvelle méthode de calcul, souvent plus simple que l'ancienne; si l'on rejette les actions à distance, on trouvera dans notre théorie une explication plausible des grands mouvements de la nature.

» III. *De la pesanteur.* — Le poids d'un corps est la résultante des quantités de mouvements que lui communiquent les chocs des atomes d'éther. Si donc on considère la terre comme une sphère de rayon R, de masse T, formée de couches homogènes, on aura, pour le poids p d'une masse m située à la surface de la terre,

$$p = K^2 F \frac{mT}{R^2};$$

d'autre part, $p = mg$. Donc

$$K^2 F \frac{mT}{R^2} = mg,$$

d'où

$$K^2 F = \frac{gR^2}{T},$$

et la forme impulsive qui agit sur deux sphères quelconques devient

$$\frac{gR^2}{T}\frac{MM'}{D^2}.$$

» Mais nous pouvons déduire, de l'étude de la pesanteur, des conséquences d'un autre ordre. Dans ce but, revenons sur notre second principe, afin de préciser le sens du mot densité. Nous distinguons la densité ordinaire ou cubique, et la densité superficielle. La première égale la somme des masses des atomes contenus dans l'unité de volume; la deuxième égale la somme des projections de ces mêmes atomes sur un plan déterminé, et peut varier avec l'orientation du plan de projection, si les atomes ne sont pas sphériques.

» Or, dans notre second principe, le mot *densité* doit s'entendre de

la densité superficielle. Ceci résulte de ce que l'affaiblissement d'un courant est proportionnel à l'étendue de la surface résistante que le corps traversé oppose à son passage.

» Par suite, dans toutes les formules précédentes, on devrait substituer aux masses les produits des volumes par les densités superficielles; mais nous allons voir que cela n'est pas nécessaire, parce que, de fait, les densités superficielles sont proportionnelles aux densités cubiques. Nous devons toutefois opérer cette substitution dans les calculs suivants, qui ont précisément pour but de prouver qu'on peut s'en passer.

» Rappelons d'abord ces deux faits d'expérience : 1° un corps a toujours le même poids, quelle que soit son orientation; 2° tous les corps tombent dans le vide avec la même vitesse g. Du premier fait, on conclut que les atomes pondérables offrent la même densité superficielle dans toutes les directions, et, par suite, sont sphériques. Donc, quand la densité cubique d'un corps est homogène, sa densité superficielle l'est aussi. En conséquence, si l'on désigne par δ et d les densités superficielle et cubique d'une masse m, de volume v; par V et Δ le volume de la terre et sa densité superficielle moyenne, la formule qui exprime le poids de m sera

$$p = \mathrm{K}^2\mathrm{F}\frac{v\delta\mathrm{V}\Delta}{\mathrm{R}^2}.$$

D'ailleurs $p = vdg$; donc

$$\mathrm{K}^2\mathrm{F}\delta\frac{\mathrm{V}\Delta}{\mathrm{R}^2} = dg.$$

Pour une autre masse m', dont les densités seraient δ' et d', on aurait

$$\mathrm{K}^2\mathrm{F}\delta'\frac{\mathrm{V}\Delta}{\mathrm{R}^2} = d'g;$$

d'où

$$\frac{\delta}{\delta'} = \frac{d}{d'}.$$

Ainsi les densités superficielles sont proportionnelles aux densités cubiques, et, par suite, ont même mesure, si l'on prend deux unités correspondantes. Notre second principe subsiste donc, en laissant au mot *densité* son acception ordinaire.

» De la proportion $\frac{\delta}{\delta'} = \frac{d}{d'}$ découle une autre conséquence remarquable, l'identité spécifique de tous les atomes pondérables.

» Soient, en effet, deux corps homogènes ne renfermant chacun qu'une espèce d'atomes chimiques. Soient r et r' les rayons de ces atomes et, n, n'

leurs nombres sous l'unité de volume; soient δ, δ', d, d' les deux sortes de densités. On aura

$$\frac{\delta}{\delta'} = \frac{nr^2}{n'r'^2}, \quad \frac{d}{d'} = \frac{nr^3}{n'r'^3},$$

d'où

$$\frac{nr^2}{n'r'^2} = \frac{nr^3}{n'r'^3},$$

et par suite

$$r = r'.$$

» Il n'y a donc qu'une seule espèce d'atomes pondérables, qu'un seul corps simple, suivant le langage des chimistes. »

PHYSIQUE. — *Sur les variations séculaires du magnétisme terrestre.* Mémoire de **M. Linder.** (Extrait par l'Auteur.)

« J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie, pour prendre date, le résumé de la première partie d'un travail que j'ai entrepris sur le magnétisme terrestre.

» Pour arriver à connaître les causes qui produisent les variations séculaires du magnétisme terrestre, il est essentiel que l'on puisse suivre en quelque sorte de l'œil les déplacements de plusieurs aiguilles d'inclinaison, placées en des lieux différents et peu éloignés les uns des autres, afin qu'on puisse juger de quelle façon la loi de ces déplacements se modifie en passant d'un point à un autre de la surface terrestre.

» L'aiguille d'inclinaison décrit un cône dont on connaît le sommet, mais non la directrice. En général, cette aiguille plonge vers l'intérieur de la terre; son prolongement va donc traverser le plan de l'équateur terrestre, et, à mesure qu'elle se déplace, y laisse la trace de ses positions successives. *La boussole d'inclinaison peut dessiner ainsi la courbe de ses évolutions sur un plan de position invariable par rapport à tous les points de la surface du globe, et nous donner la possibilité de comparer entre elles les traces faites sur un même plan par des aiguilles aimantées placées en des lieux quelconques de la surface terrestre.*

» Les deux éléments angulaires de la surface terrestre permettent de calculer la trace de l'aiguille d'inclinaison sur l'équateur.

» Appelant respectivement D et I la déclinaison et l'inclinaison magnétiques en un même lieu, λ la latitude du lieu, ψ l'angle que la verticale de ce dernier fait avec le rayon de l'équateur passant par la trace *à chercher* de l'aiguille d'inclinaison, ω l'angle que ce même rayon fait avec la trace du

méridien astronomique du lieu de l'observation sur l'équateur, R le rayon terrestre, ρ la distance du centre de la Terre à la trace de l'aiguille d'inclinaison sur l'équateur, on a

$$\tang \omega = \sin\lambda \tang D, \quad -\cot\psi = \cot\lambda \cos D, \quad \rho = R \frac{\cos I}{\cos(\psi - I)}.$$

» La première équation fait connaître ω; les deux dernières permettent de calculer le rayon vecteur ρ.

» Or, en appliquant ces formules aux observations de Paris, relatives à la période (1671-1864), et en construisant la trace de la boussole d'inclinaison sur l'équateur, j'ai été frappé de l'extrême ressemblance de cette trace avec une ellipse. J'ai donc calculé, par la méthode des moindres carrés, l'ellipse qui se rapproche le plus de la courbe donnée par les formules précédentes, et j'ai obtenu l'équation suivante :

$$y^2 - 0,360199.xy + 0,454036.x^2 + 0,1512.y - 0,631721.x + 0,206091 = 0,$$

dont les valeurs de y, correspondantes aux valeurs de x déduites des formules ci-dessus, ne diffèrent, en moyenne, que de 0,003.R de celles qui résultent de l'observation.

» Les observations de Londres, Bruxelles et Berlin donnent des résultats analogues à ceux de Paris, et, fait important à noter, la position et les dimensions des ellipses calculées pour ces localités rappellent assez exactement celles qu'auraient des ellipses déterminées par l'intersection, avec le plan de l'équateur, de surfaces coniques ayant pour directrice un même cercle oblique à l'équateur, et respectivement pour génératrices des droites passant à Paris, Londres, etc.

» Les lois des variations de la déclinaison et de l'inclinaison magnétiques étant partout les mêmes, on est conduit à admettre que, partout où n'interviennent pas des actions perturbatrices, la trace de l'aiguille d'inclinaison sur l'équateur doit être une ellipse. Or l'expérience a montré que la Terre agit sur l'aiguille aimantée placée à sa surface, comme si elle était un aimant dont les pôles seraient respectivement dans les deux hémisphères opposés du globe. Il semble donc qu'il existe dans l'intérieur de la Terre deux foyers magnétiques *mobiles*, l'un dans l'hémisphère boréal, l'autre dans l'hémisphère austral, et que ces deux foyers décrivent des orbites du second degré. En d'autres termes, les choses se passent comme si l'axe magnétique décrivait une surface réglée dont cet axe serait la génératrice, et dont les directrices seraient les orbites des centres ou foyers d'activité magnétique. Des quatre positions de l'axe magnétique que l'on est ainsi

conduit à considérer, la suivante seule est à discuter, les trois autres conduisant à des conséquences trop opposées à la réalité : *l'axe magnétique est une corde de la sphère terrestre, qui n'est point dans un même plan avec l'axe de rotation.*

» La discussion géométrique des résultats que donne cette hypothèse prouve qu'elle rend compte de l'existence de tous les phénomènes essentiels du magnétisme terrestre; elle démontre : l'existence d'un équateur de symétrie des lignes isogoniques; celles de pôles magnétiques; les principales propriétés des lignes sans déclinaison et des méridiens magnétiques de Duperrey; le déplacement de toutes les courbes de l'est à l'ouest; la forme excentrique et gauche de l'équateur magnétique et des lignes isocliniques; les lois de la variation de l'intensité magnétique, plus grande dans l'hémisphère austral que dans l'hémisphère boréal; l'existence de deux maxima d'intensité, de force inégale, dans chaque hémisphère; le défaut de coïncidence des divers équateurs du magnétisme, etc.

» Mais, si des généralités on descend aux détails, l'hypothèse paraît souvent en défaut, et l'on découvre qu'en chaque lieu de la surface du globe, ainsi que l'a admis Gauss, l'enveloppe solide du globe agit sur l'aiguille aimantée comme si elle était une masse magnétique hétérogène, dont le centre d'action varie avec chaque lieu, mais occupe une position constante dans chacun en particulier. Cette correction, introduite dans la précédente hypothèse, permet d'expliquer tous les phénomènes séculaires du magnétisme terrestre.

» Trois conséquences se déduisent des faits que je viens d'indiquer :

» 1° Les phénomènes du magnétisme terrestre, *considéré au point de vue exclusif de ses variations séculaires,* sont le résultat de deux actions simultanées : l'une *variable,* agissant sur l'aiguille aimantée comme le ferait un aimant dont l'axe polaire, dirigé suivant une corde de la sphère et dans un plan ne passant pas par l'axe de rotation, décrirait autour de ce dernier une surface réglée du second degré; l'autre, *constante,* s'exerçant en chaque lieu sur les pôles de l'aiguille aimantée, comme si elle était la résultante de toutes les forces magnétiques inhérentes à la constitution de l'écorce solide du globe.

» La première de ces actions détermine les traits généraux des phénomènes magnétiques séculaires; la seconde agit comme force perturbatrice, et modifie les lois qui sont la conséquence de la première.

» 2° La boussole d'inclinaison, telle qu'on la construit aujourd'hui, ne donne pas les valeurs *rigoureuses* de l'inclinaison et de l'intensité magné-

tiques, et par conséquent n'indique pas la direction exacte de la force magnétique.

» 3° Les coordonnées du magnétisme terrestre sont, en effet, au nombre de quatre et non de trois, savoir : une coordonnée linéaire, qui est l'*intensité;* trois coordonnées angulaires qui sont la *déclinaison*, l'*inclinaison sur l'horizon du plan d'attraction* (ou plan passant par l'axe magnétique et le lieu de l'observation); l'*inclinaison sur l'horizontale de l'aiguille d'inclinaison dans le plan d'attraction*.

» Je crois pouvoir ajouter, dès aujourd'hui, une quatrième conséquence à celles qui précèdent : l'axe magnétique circule autour du centre de la Terre suivant les lois qui régissent les mouvements planétaires; non-seulement il a un mouvement de translation elliptique autour de ce point, il a en outre un mouvement de nutation. Je prouverai dans un travail postérieur que, suivant toute probabilité, le magnétisme terrestre a son principal siége dans le noyau fluide du globe; que, dès lors, ce noyau ne fait pas corps avec l'écorce solide qui le recouvre; que son centre décrit en vingt-quatre heures une très-petite ellipse autour du centre (?) de la Terre; qu'il éprouve une rétrogradation des nœuds de son orbite, et que c'est à cette rétrogradation qu'est due la variation séculaire du magnétisme terrestre; enfin que l'axe de rotation du noyau, qui n'est autre que l'axe magnétique du globe, éprouve, dans sa marche rétrograde séculaire, un mouvement de rotation autour d'une position centrale qui suit l'orbite du noyau. »

SÉRICICULTURE. — *Sur les résultats obtenus dans les magnaneries en plein air.* Lettre de **M. E. Gintrac** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Depuis quatre ans, j'ai fait des essais d'éducation de vers à soie, dans le but de reconnaître le degré de résistance vitale de ces insectes, et de juger si l'influence d'un air pur et sans cesse renouvelé ne serait pas le moyen le plus efficace de conserver et de fortifier leur santé. J'ai atteint le double but que je m'étais proposé. J'ai constaté : 1° que les vers à soie supportent, sans paraître en souffrir, un abaissement de température atmosphérique jusqu'à 9 degrés, une élévation de plus de 30 degrés, l'action directe des rayons du soleil, et des alternatives brusques de chaleur et de refroidissement; 2° qu'exposés, par l'insuffisance des abris, à des pluies prolongées, ils n'en ont pas été sensiblement affectés; 3° que des orages, éclatant près du lieu où ils étaient élevés, ne leur ont causé aucun dommage apparent.

» C'est donc par suite d'une appréciation primitivement erronée et d'un

préjugé transmis d'âge en âge, qu'on s'était cru obligé d'entourer les vers à soie de nombreuses précautions, et surtout de les maintenir dans une température constante, dont les thermomètres vulgaires portent depuis longtemps la fixation. Il demeure positivement établi que ces précieux insectes sont, dans notre pays, aptes à la vie rustique, et qu'ils peuvent parfaitement être élevés en plein air, pourvu qu'ils soient mis à l'abri des attaques des oiseaux, guêpes, etc.

» Des tablettes soutenues par de légers appuis, protégées contre la pluie par de minces toitures en bois, entourées de toiles claires et grossières et surmontées de filets, suffisent à l'installation d'une magnanerie tout à fait portative, telle qu'elle a été exécutée et qu'elle a fonctionné chez moi.

» Si, dans les magnaneries ordinaires, les éducations réduites à de faibles proportions peuvent réussir, le danger commence et s'accroit en raison de l'encombrement, qui ne tarde pas à vicier l'air. Au contraire, une éducation faite dans une magnanerie extérieure, extemporanée, et facilement extensible, se prêtera aux plus vastes exploitations, sans que jamais on ait à craindre ni encombrement, ni infection. En effet, dans ces ateliers sérifères exposés à tous les vents, jamais la moindre altération de l'air, jamais cette odeur infecte qui est inhérente à toute magnanerie à parois fixes et imperméables, et qui est la principale source des maladies qu'on y observe.

» La pensée d'élever les vers à soie en plein air a dû se présenter à bien des esprits; des essais ont été faits: pourquoi ne leur a-t-il été donné aucune suite? Je ne le comprends pas.

» La voie que j'ai suivie m'a semblé naturellement tracée. Encouragé par les expériences des deux premières années, j'ai marché avec plus de hardiesse, et, cette année, opérant sur 150 grammes de graine, j'ai obtenu 186 kilogrammes de cocons (1), plus une ample provision destinée à la reproduction; et, dans le courant de ces diverses éducations, je n'ai constaté aucun cas de maladie.

» J'ai cru qu'il était de mon devoir de faire connaître ce résultat à l'Académie.

» Je joins à cette Lettre deux Rapports présentés à l'Académie impériale des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Bordeaux. Ils contiennent des détails d'une parfaite exactitude, qu'il m'a semblé inutile de reproduire ici. »

M. le Secrétaire perpétuel, après avoir donné connaissance à l'Aca-

(1) Vendus à Montauban, au cours des premières qualités.

démie de la Lettre de *M. Gintrac*, lui signale : 1° une brochure de *M. Micé*, contenant un Rapport fait à l'Académie de Bordeaux sur les magnaneries en plein air de M. Gintrac; 2° une brochure de *M. Jeannel* sur « la Régénération des vers à soie par l'éducation en plein air, et l'Hygiène des hôpitaux en temps d'épidémie ».

M. **Blanchard** fait remarquer que la résistance opposée jusqu'ici par les éducateurs à l'établissement de magnaneries en plein air lui paraît venir simplement des irrégularités et des lenteurs que peut apporter, dans le développement successif des vers à soie, tout abaissement sensible et prolongé dans la température.

MM. **Dumas**, **Morin**, **Cloquet**, **Larrey** prennent successivement la parole pour insister sur les avantages que semblent devoir présenter la ventilation et l'absence d'encombrement pour l'éducation des vers à soie. Tout porte à penser que les résultats funestes, constatés dans les hôpitaux lorsque l'air y est vicié par l'accumulation d'un nombre trop considérable d'individus, se produisent également dans les magnaneries closes, lorsqu'elles sont encombrées. La ventilation ou l'éducation en plein air doivent amener ici, comme dans les hôpitaux civils ou militaires et dans les ateliers, les plus heureux effets. Elles promettent un heureux complément aux découvertes de M. Pasteur sur la sélection et la confirmation pratique de ses derniers travaux sur les bons effets de l'isolement des vers malades.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Recherches thermochimiques sur les corps formés par double décomposition; par* MM. **Berthelot** *et* **Louguinine** (1).

Première Partie.

I. Méthodes.

« 1. L'étude thermique des réactions en chimie organique était demeurée fort obscure jusqu'à ces derniers temps. A l'exception des combustions totales, étudiées par MM. Favre et Silbermann, il n'existait aucune transformation pour laquelle on eût cherché à calculer la chaleur mise en jeu dans son accomplissement. Cependant, en 1865 (2), M. Berthelot a montré comment on peut calculer les quantités de chaleur dégagées dans la for-

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier au *Compte rendu*.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. VI, p. 329-442.

mation et les métamorphoses réciproques des carbures, des alcools, des acides, des éthers, etc., en tirant un parti nouveau des chaleurs de combustion. Quoique irréprochable en principe, la méthode précédente offre cet inconvénient de fournir les quantités cherchées, non par des expériences immédiates, mais par une suite de déductions et de calculs qui tendent à accumuler les erreurs des données d'observation sur le résultat final. C'est pourquoi nous avons été conduits à imaginer une méthode plus directe, fondée sur l'étude de réactions moins éloignées que les combustions totales. Cette méthode repose sur les doubles décompositions, lesquelles fournissent des ressources presque inépuisables, sous la condition de choisir des réactions simples, sans produits accessoires, enfin accomplies dans un temps très-court et à la température ordinaire. Nous allons exposer une première série de résultats obtenus par cette méthode et relatifs à la formation des chlorures acides et des acides anhydres.

» 2. Les chiffres qui vont suivre ont été déterminés par le procédé des mélanges, sous sa forme la plus directe. Nous avons employé un calorimètre de platine, pouvant contenir 600 grammes d'eau, fermé par un couvercle, entouré de toutes parts par du coton et par une enceinte argentée. Nos thermomètres, à échelle arbitraire, indiquaient le deux-centième de degré. Nous avons vérifié le zéro à la fin de chaque expérience, ainsi que la valeur absolue du degré; enfin nous les avons collationnés avec les étalons de M. Regnault, qui a bien voulu nous prêter à cette occasion et personnellement son précieux concours.

» 3. En général, nous avons opéré en pesant le calorimètre plein d'eau (ou d'une solution alcaline étendue), puis en y introduisant directement et à une profondeur convenable le chlorure acide (ou les solutions acides étendues), dont le poids était donné par une pesée finale et contrôlé par des essais alcalimétriques. Les masses du calorimètre, du verre et du mercure du thermomètre étaient connues par des pesées distinctes; ces masses réunies et réduites en eau représentaient le centième environ de l'eau employée. La correction du refroidissement est presque toujours demeurée inférieure au centième, parfois même au millième de l'élévation totale de la température. Nous avons pris soin d'opérer sur des quantités d'eau assez considérables pour rendre négligeables les effets qui pourraient être dus à une dilution plus grande et à la différence entre la chaleur spécifique de l'eau et celle des dissolutions (1). Toutes les expériences ont été

(1) Nous reviendrons plus tard sur cette correction.

faites au voisinage de 20 degrés. Enfin chacun des corps employés a été purifié par nous-mêmes, et sa composition vérifiée par des analyses précises.

II. CHLORURE ACÉTIQUE, $C^4H^3ClO^2$.

» 1. *Décomposition du chlorure acétique par l'eau.*

Poids du chlorure acide.	Poids de l'eau.	Quantité de chaleur dégagée pour 1 équiv. = 78gr, 5.
3gr,43	400gr,15	23000cal
6,67	401,3	23500
7,19	399,6	23400
	Moyenne..........	23300

» Cette quantité répond à la réaction suivante :

$$C^4H^3ClO^2 + H^2O^2 + x\,Aq. = C^4H^4O^4 + HCl + x\,Aq.,$$

laquelle reproduit les acides en solutions étendues. Pour évaluer la réaction théorique, c'est-à-dire la reproduction de l'acide acétique cristallisable et du gaz chlorhydrique, il faut déduire la chaleur dégagée par leur dissolution.

» 2. *Dissolution du gaz chlorhydrique dans l'eau.*

Poids de l'acide.	Poids de l'eau.	
3gr,92	401gr,4	17370cal pour HCl = 36gr, 5.
0,918	439,4	17460
2,19	401,1	17270
5,86	400,6	17620
	Moyenne..........	17430

» M. Favre a donné 17500.

» 3. *Dissolution de l'acide acétique cristallisable (liquéfié à l'avance) dans l'eau vers 20 degrés.*

Poids de l'acide.	Poids de l'eau.	
5gr,70	499gr,0	+ 435cal pour $C^4H^4O^4$ = 60gr.
12,82	499,0	410 } 390
13,47	511,9	368 }
42,31	499,6	234

» Ces résultats ont été calculés en supposant la chaleur spécifique des dissolutions acétiques égale à celle de l'eau, ce qui n'est pas tout à fait exact, surtout pour la dernière expérience.

» 4. On tire de là :

Action d'un excès d'eau sur le chlorure acétique...	+ 23 300^{cal}
Formation de HCl gazeux........................	− 17 400
Formation de $C^4H^4O^4$ (liquide)...................	− 400
	+ 5 500

» Telle est la chaleur dégagée dans la réaction suivante :

$$C^4H^3ClO^2 + H^2O^2 = C^4H^4O^4 + HCl,$$

les corps étant pris à l'état isolé et sous leur forme actuelle. Tous les corps étant supposés gazeux, la chaleur dégagée devrait être accrue de 8000 calories environ (1), soit 13 500 : c'est le vrai chiffre théorique.

» 5. *Union de l'acide chlorhydrique avec la potasse.* — Nous avons opéré sur des solutions étendues, employées à volumes à peu près égaux et suivant des rapports équivalents.

Poids de l'acide.	Poids total de la dissolution de KCl.	
14,0^{gr}	556,1^{gr}	15 860^{cal} pour HCl = 36^{gr},5.
9,92	417,9	15 550
	Moyenne.........	15 700

» MM. Favre et Silbermann ont trouvé 15 700.

» En tenant compte de la chaleur spécifique des dissolutions du chlorure de potassium (2), on réduit le nombre ci-dessus à 14 900.

» 6. *Union de l'acide acétique avec la potasse.*

Solutions étendues des deux corps.

Poids de l'acide.	Poids total de la dissolution.	Quantité de chaleur dégagée pour 1 équiv. $C^4H^4O^4$ = 60^{gr}.
15,60^{gr}	516,9^{gr}	14 400^{cal}
15,60	516,3	14 200
16,91	564,8	13 620
	Moyenne.........	14 100

» MM. Favre et Silbermann ont trouvé 14 000.

» La correction relative à la chaleur spécifique vraie des dissolutions d'acétate de potasse réduirait ce nombre à 13 400 environ.

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. VI, p. 310.

(2) D'après M. Schüller, *Ann. Pogg.*, CXXXVI, 70.

III. Bromure acétique, $C^4H^3BrO^2$.

» 1. Purifié par distillations fractionnées; bout vers 80 degrés. Analysé.

» 2. *Décomposition du bromure acétique par l'eau.*

Poids du bromure.	Poids de l'eau.	Chaleur pour 1 équiv. = 123gr.
6gr,54	400gr,6	23 200cal
12,48	401,0	23 100
10,65	400,4	23 600
	Moyenne.........	23 300

» C'est le même chiffre que pour le chlorure acétique. Il répond à la réaction

$$C^4H^3BrO^2 + H^2O^2 + x\text{Aq.} = C^4H^4O^4 + HBr + x\text{Aq.},$$

laquelle reproduit les acides en solutions étendues.

» 3. *Dissolution du gaz bromhydrique dans l'eau.*

Poids de l'acide.	Poids de l'eau.	
3gr,53	402gr,2	20 900cal pour HBr = 81gr,
4,32	401,2	21 000
5,10	401,9	21 400
6,85	399,3	21 300
	Moyennne.......	21 150

» M. Favre a donné 19100, nombre inférieur de 2000 calories. Il a probablement opéré sur des solutions plus concentrées.

» 4. On tire de là :

Décomposition du bromure acétique par l'eau en excès....	+ 23 300cal
Formation de HBr gazeux	− 21 150
Formation de $C^4H^4O^4$ liquide.........................	− 400
	+ 1800

quantité de chaleur dégagée dans la réaction

$$C^4H^3BrO^2 + H^2O^2 = C^4H^4O^4 + HBr,$$

les corps étant pris sous leur forme actuelle. En les supposant gazeux, on aurait 9800 environ.

IV. Iodure acétique, $C^4H^3IO^2$.

» 1. *Décomposition par l'eau* (1).

Poids de l'iodure.	Poids de l'eau.	
gr 9,10	gr 400,6	21 700cal pour 170gr
13,64	400,4	21 200 »
8,94	401,0	21 400 »
	Moyenne..........	21 400

» Cette décomposition n'est pas instantanée. Elle a duré environ un quart d'heure, ce qui a entraîné une correction de refroidissement égale au quarantième de la valeur totale. Le nombre ci-dessus répond à la réaction opérée en présence d'une grande quantité d'eau. Il diffère peu des nombres relatifs au bromure et au chlorure acétiques.

» 2. *Dissolution du gaz iodhydrique dans l'eau.*

Poids de l'acide.	Poids de l'eau.	
gr 3,16	gr 401,0	19 500cal pour 128gr
4,30	397,8	19 200 »
6,16	399,8	20 000 »
	Moyenne..........	19 570

» M. Favre a donné 18 900 : la différence est due probablement à ce qu'il a employé des solutions moins étendues.

» 3. On tire de là, pour la réaction,

$$C^4H^3IO^2 + H^2O^2 = C^4H^4O^4 + HI$$

le chiffre + 1800 calories, les corps étant pris dans leur état actuel. S'ils étaient gazeux, on aurait 9800 environ.

V. Bromure butyrique, $C^8H^7BrO^2$.

» 1. *Décomposition par l'eau en excès.*

Poids du bromure.	Poids de l'eau.	
6gr,19	401gr,2	27 000cal pour 151gr

» La réaction a duré près d'une heure ; nous avons dû étudier la marche

(1) L'analyse de ce corps, aussi bien purifié que possible, a indiqué la présence de quelques centièmes d'un autre corps, qui a été supposé identique à l'acide acétique hydraté dans les calculs (*voir* plus loin).

des températures et déterminer les constantes relatives au refroidissement de notre calorimètre, puis effectuer la correction en suivant les méthodes empiriques de M. Regnault. Elle s'élevait au sixième de la valeur totale. Nous avons cru devoir contrôler le résultat par une réaction plus rapide, celle de la potasse.

» 2. *Décomposition par la potasse étendue.*

Poids du bromure acide.	Poids de la solution alcaline.	
$5^{gr},16$	$414^{gr},0$	56100^{cal} pour 151^{gr}

» 3. *Union de l'acide butyrique étendu avec la potasse.* — L'acide était dissous à l'avance dans 40 parties d'eau, et la potasse équivalente dans 30 parties d'eau séparément :

Acide............	$7^{gr},31$	14900^{cal} pour 88^{gr}
	14,22	15000 »
	Moyenne..........	14950

» 4. *Union de l'acide bromhydrique étendu avec la potasse.* — Nous avons admis le nombre de M. Favre, 15500.

» 5. D'où l'on tire la quantité de la chaleur dégagée dans la réaction d'un excès d'eau sur le bromure butyrique :

Réaction indirecte (par la potasse)...	25650^{cal}
Réaction directe.................	27000
Moyenne..........	26300

» 6. *Dissolution de l'acide butyrique dans l'eau :*

Poids de l'acide.	Poids de l'eau.	
$9^{gr},77$	$401^{gr},8$	590^{cal} pour 88^{gr}
19,25	399,9	440

» 7. D'où l'on tire :

Décomposition du bromure butyrique par un excès d'eau.....	$+26300^{cal}$
Formation de HBr gazeux............................	-21150
Formation de $C^8H^8O^4$ pur............................	-600
	$+4650$

» C'est la chaleur dégagée dans la réaction

$$C^8H^7BrO^2 + H^2O^2 = C^8H^8O^4 + HBr,$$

les corps étant pris dans leur état actuel. En les supposant tous gazeux, on aurait environ 12650.

VI. Acide acétique anhydre, $(C^4H^3O^3)^2$.

» 1. *Décomposition par l'eau en excès :*

Poids de l'acide.	Poids de l'eau.	
gr 21,50	gr 399,4	12 300cal pour 102gr
21,69	400,0	13 230
	Moyenne..........	12 800

» La réaction dure une heure environ; la correction du refroidissement, calculée comme ci-dessus, s'élève au quatorzième de la valeur totale.

» 2. On tire de là 12000 calories pour la réaction

$$(C^4H^3O^3)^2 + H^2O^2 = 2C^4H^4O^4,$$

les corps étant supposés dans leur état actuel. S'ils étaient gazeux, ce chiffre ne changerait guère.

» Tels sont les résultats de nos expériences. Indiquons maintenant quelques-unes de leurs conséquences théoriques.

Seconde Partie.

I. Formation des acides anhydres.

» 1. Les acides anhydres dégagent en général de la chaleur en s'unissant avec l'eau; réciproquement la transformation d'un acide hydraté en acide anhydre absorbe de la chaleur : c'est ce que confirme l'étude de l'anhydride acétique. La réaction

$$(C^4H^3O^3)^2 + H^2O^2 = 2C^4H^4O^4$$

dégage 12800 calories en présence d'un excès d'eau, soit 6400 pour HO fixé. C'est à peu près la même quantité que l'acide phosphorique anhydre en présence d'un excès d'eau; car la réaction

$$PO^5 + 3HO = PH^3O^8$$

dégage 20000 (Favre), soit 6700 pour HO fixé. Ces chiffres peuvent expliquer pourquoi la réaction de l'acide phosphorique anhydre sur l'acide acétique ordinaire n'engendre pas d'acide acétique anhydre. En effet, la séparation entre PH^3O^8 et l'excès d'eau qui le tient en dissolution absorbe certainement plus de chaleur que la séparation de $C^4H^4O^4$; d'où il suit que la transformation de l'acide phosphorique anhydre en acide trihydraté, aux dépens de l'acide acétique ordinaire, absorberait de la chaleur.

» L'hydratation de l'anhydride sulfurique, SO^3, en présence d'un excès d'eau, dégage au contraire trois fois autant de chaleur (1) que celle de l'anhydride acétique, $C^4H^3O^3$.

» Enfin le chiffre 6400, relatif à l'anhydride acétique, est double environ de la chaleur dégagée par la réaction d'un excès d'eau sur l'acide sulfureux, SO^2 (3350), sur l'acide carbonique (moins de 3500), sur l'acide arsénieux opaque (3700); mais ces derniers acides se séparent de nouveau à l'état anhydre par simple évaporation.

» 2. C'est par la réaction du chlorure acétique sur l'acétate de soude que l'on prépare l'anhydride acétique. Or le calcul montre que cette réaction

$$C^4H^3ClO^2 + C^4H^3NaO^4 = (C^4H^3O^3)^2 + NaCl$$

dégage 9400 calories : il n'est donc pas surprenant qu'elle s'effectue directement. La préparation au moyen du perchlorure de phosphore

$$PCl^5 + 8C^4H^3NaO^4 = 4(C^4H^3O^3)^2 + 5NaCl + PNa^3O^8$$

dégage environ 80000 calories, soit 20000 pour $(C^4H^3O^3)^2$.

» 3. On obtient encore l'anhydride acétique en faisant agir le chlorure acétique sur divers oxydes (2)

$$2(C^4H^3ClO^2 + MO) = (C^4H^3O^3)^2 + 2MCl;$$

cette réaction pouvait être prévue; car la chaleur dégagée s'élève avec la baryte, BaO, à 92000; avec la chaux à 70000 environ; avec ZnO, à 36000, etc.

» 4. On sait aussi (3) que l'acide anhydre est décomposé en sens inverse par les hydracides, avec reproduction de chlorure acide et d'acide hydraté :

$$(C^4H^3O^3)^2 + HCl = C^4H^3ClO^2 + C^4H^4O^4;$$

réaction prévue, car elle donne naissance à 6500 calories. Les acides bromhydrique et iodhydrique dégageraient 10000. Il suit de là que les chlorure, bromure, iodure acides coexistent avec l'acide hydraté, sans le décomposer.

» 5. La réaction d'un seul équivalent d'eau sur le bromure et sur l'io-

---

(1) $SO^3 + HO$ .... 12400 (Hess.) 9800 (Favre).
$SO^4H + x Aq$ .... 7800 (Hess.) 8800 (Favre).

(2) GAL, *Comptes rendus*, t. LVI, p. 360.

(3) GAL, *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LXVI, p. 196.

dure acide, avec formation d'acide anhydre,

$$2(C^4H^3BrO^2 + HO) = (C^4H^3O^3)^2 + 2HBr,$$

ne saurait avoir lieu, parce qu'elle répondrait à une absorption de chaleur. L'eau formera du premier coup l'acide hydraté, en détruisant la moitié seulement du bromure acide.

La transformation du chlorure acide en anhydride, par l'action ménagée de l'eau, répond à un phénomène thermique à peu près nul ; il semble donc qu'elle soit possible à la rigueur, aussi bien que la réaction inverse, c'est-à-dire avec des phénomènes d'équilibre déterminés par de légers changements dans les conditions physiques.

» 6. Citons encore la transformation théorique de l'éther ordinaire en anhydride acétique,

$$(C^4H^5O)^2 + O^8 = (C^4H^3O^3)^2 + 2H^2O^2,$$

laquelle dégagerait 251000, soit 62800 pour O^2 fixé. C'est sensiblement le même chiffre qui répond à la transformation de l'alcool butylique en acide butyrique, *corps de même condensation* que l'éther et l'anhydride acétique :

$$C^8H^{10}O^2 + O^4 = C^8H^8O^4 + H^2O^2.$$

» Cette réaction en effet dégagerait 62000×2. Le changement de l'éther en acide acétique hydraté dégage plus de chaleur; aussi se produit-il de préférence. Mais la relation précédente n'en est pas moins digne d'intérêt, parce qu'elle tend à généraliser la proportionnalité entre la quantité de chaleur dégagée et le poids de l'oxygène fixé sur les corps de même condensation (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. VI, p. 334).

II. Formation des chlorures acides.

» 1. La formation des chlorures, bromures, iodures acides, au moyen des acides monohydratés et des hydracides,

$$C^4H^4O^4 + HCl = C^4H^3ClO^2 + H^2O^2,$$

absorbe de la chaleur, comme il a été dit, et contrairement à ce qui arrive dans la réaction des oxydes métalliques sur les hydracides, avec formation de sels; ou bien encore dans la réaction des alcools sur les hydracides, avec formation d'éthers. Cette circonstance permet de prévoir que les chlorures acides ne se formeront pas directement; mais ils seront au contraire décomposés par l'eau.

» L'absorption de chaleur est plus grande pour le chlorure (5500) que pour le bromure et l'iodure (1800).

» 2. Mais si l'on opère en présence d'un corps capable de dégager de la chaleur en s'unissant aux éléments de l'eau, tel que l'anhydride phosphorique ou l'anhydride sulfurique, la formation directe des chlorures acides devient possible. Par exemple

$$S^2O^6 + C^4H^4O^4 + HCl = C^4H^3ClO^2 + S^2H^2O^8$$

dégagerait environ 19000 calories. De même la réaction de M. Friedel (1),

$$2PO^5 + 3C^4H^4O^4 + 3HCl = 3C^4H^3ClO^2 + 2PH^3O^8$$

dégage 23500 — 2α.

» 3. *Corps homologues :*

Bromure butyrique	-4700^{cal}
Bromure acétique	-1800

» 4. *Chaleurs de combustion* (calculées à l'aide des expériences ci-dessus et des chaleurs de combustion des acides monohydratés) :

$C^4H^3ClO^2$	215500^{cal}		
$C^4H^3BrO^2$	211800	$C^8H^7BrO^2$	501700
$C^4H^3IO^2$	211800		
$C^4H^3O^3$	216000		
$C^4H^4O^2$ (2)	267000 environ.		

» 5. *Substitutions.* — On tire de là, pour la transformation de l'aldéhyde en chlorure, bromure, iodure acides, les corps halogènes étant pris sous leur forme actuelle :

H étant remplacé par Cl	$+ 6000^{cal}$
» Br	$- 2000$
» I	$- 14000$
» O	$+ 16500$

mais ce sont là des réactions théoriques. Dans la réalité, l'hydrogène ne devient pas libre; il se combine avec une partie du corps halogène pour

(1) On admet ici la formation de PH^3O^8, pour préciser les idées; α est la chaleur de dissolution de $PH^3O^8.PHO^6$, répondant à 1 seul équivalent de $C^4H^3ClO^2$, dégagerait probablement encore plus de chaleur.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. VI, p. 400.

former un hydracide :

$$C^4H^4O^2 + Cl^2 = C^4H^3ClO^2 + HCl \ldots \quad +30\,000^{cal}$$
$$C^4H^4O^2 + Br^2 = C^4H^3BrO^2 + HBr \ldots \quad +4\,800$$
$$C^4H^4O^2 + I^2 = C^4H^3IO^2 + HI \ldots \quad -18\,000$$

» Ainsi *la substitution du chlore et celle du brome à l'hydrogène, avec formation d'hydracide, peuvent avoir lieu directement; mais non la substitution de l'iode à l'hydrogène.* Cette opposition tient à la différence entre les quantités de chaleur mises en jeu dans la formation des divers hydracides par leurs éléments. Aussi offre-t-elle une grande généralité.

» On sait en effet que l'iode ne donne guère naissance à des substitutions directes, à moins de recourir à des artifices spéciaux, capables de mettre en jeu des énergies supplémentaires.

» 6. Au contraire, l'iodure acétique et *les composés iodés* en général *seront attaqués* facilement *par l'acide iodhydrique, avec séparation d'iode;* parce que cette réaction donne lieu à un dégagement de chaleur (18 000 pour l'iodure acétique). L'acide iodhydrique réduira de même, à une température convenable, les chlorures et les bromures acides, et généralement les composés chlorés et bromés, puisqu'il les transforme au préalable en iodures, ainsi qu'il va être montré. C'est donc par des considérations thermiques que l'on peut prévoir et expliquer les actions réductrices exercées dans tant de circonstances par l'acide iodhydrique (1).

» 7. Le chlorure acétique doit être changé par l'acide iodhydrique gazeux en iodure, et par l'acide bromhydrique gazeux en bromure. En effet ces réactions dégagent 3 700 calories : prévisions semblables à celles des réactions que les hydracides exercent sur les chlorures alcalins et sur le chlorure d'argent (2).

» Les mêmes réactions ont lieu entre les éthers chlorhydriques et les hydracides, sans doute pour les mêmes raisons.

» 8. Au contraire, le chlore agissant sur le bromure acétique déplacera le brome, soit gazeux (6900 calories), soit liquide (10 800). Il déplacera dans l'iodure acétique l'iode, soit gazeux (19 000), soit solide (24 000).

» L'iode sera déplacé dans l'iodure acétique par le brome, les deux corps étant gazeux (12 000); ou bien l'iode étant solide et le brome liquide (13 000).

(1) *Voir* aussi *Bulletin de la Société Chimique*, 2e série, t. IX, p. 104 et surtout p. 108.
(2) *Comptes rendus*, t. LXIV, p. 414.

» Ainsi donc, qu'il s'agisse des chlorures, bromures, iodures acides; ou des chlorures, bromures, iodures alcalins et métalliques; ou bien encore des éthers chlorhydriques, bromhydriques, iodhydriques : dans tous ces composés, dis-je, les déplacements entre le chlore, le brome et l'iode libres sont en général inverses des déplacements entre les hydracides correspondants. L'un de nous a déjà montré que ce paradoxe pouvait être annoncé à l'avance, d'après des considérations thermochimiques (1).

» 9. En raison de ce parallélisme entre les réactions des chlorures, bromures, iodures acides, et celles des composés alcalins correspondants, on conçoit que la réaction théorique entre l'iodure (ou le bromure) acétique et le chlorure de potassium, ne saurait dégager ou absorber que des quantités de chaleur très-faibles; le calcul indique en effet des chiffres qui ne sortent pas des limites d'erreur expérimentales. Mais il en serait autrement entre l'iodure acétique et le chlorure d'argent

$$C^4H^3IO^2 + AgCl = C^4H^3ClO^2 + AgI,$$

réaction qui dégagerait 7000 calories.

» On voit par ces exemples comment les considérations thermochimiques peuvent servir de guide dans le choix des réactions destinées à préparer tel ou tel corps déterminé. En effet, les corps étant supposés placés dans les conditions où ils peuvent réagir directement, il résulte des chiffres ci-dessus et du principe général énoncé par l'un de nous (2) que :

» 1° La *substitution* simple et directe du *chlore* au *brome* et à l'*iode* et celle du *brome* à l'*iode* se produiront nécessairement, parce qu'elles dégagent de la chaleur;

» 2° De même, la *substitution* des *acides iodhydrique* et *bromhydrique* à l'*acide chlorhydrique*, substitution qui fournit des résultats inverses de la précédente;

» 3° La *substitution* simple et directe du *chlore* à l'*hydrogène* se produit aussi nécessairement, sans le concours d'aucune énergie étrangère. Mais l'hydrogène déplacé se combine à mesure avec une autre portion du chlore, en formant de l'acide chlorhydrique, parce que les conditions qui déterminent la réaction immédiate du chlore sur les composés hydrogénés déterminent aussi la réaction du chlore sur l'hydrogène libre;

» 4° La *substitution* simple et directe du *brome* à l'*hydrogène* ne se pro-

(1) *Comptes rendus*, t. LXIV, p. 413.

(2) *Comptes rendus*, t. LXIV, p. 413. — *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XVIII, p. 103.

duirait pas (au voisinage de la température ordinaire), si l'hydrogène devenait libre; mais elle a lieu par le concours de l'énergie empruntée à la formation simultanée de l'acide bromhydrique;

» 5° La *substitution* simple et directe de l'*iode* à l'*hydrogène* n'est possible, ni avec mise en liberté d'iode, ni avec formation d'acide iodhydrique. Elle ne devient possible que par le concours de quelque énergie étrangère.

» A la rigueur, les conclusions précédentes ne sont démontrées que pour les corps sur lesquels nous avons opéré : mais elles doivent être vraies en général; car elles sont conformes à l'observation courante des réactions organiques.

» 10. Comparons maintenant la formation du chlorure acétique avec celles de divers chlorures analogues de la chimie minérale, tels que les chlorures phosphorique, phosphoreux, arsénieux (1), stannique, antimonieux; nous rapporterons les nombres à 1 seul équivalent de chlore :

	En présence d'un excès d'eau.
$C^4H^3ClO^2$ dégage	23300^{cal}
$\frac{1}{3}PCl^3$ »	20900
$\frac{1}{5}PCl^5$ »	27500
$\frac{1}{3}AsCl^3$ »	6300
$\frac{1}{3}SbCl^3$ »	9100
$\frac{1}{2}SnCl^2$ »	8500

» Nous possédons les données nécessaires pour comparer, sinon la reproduction des acides hydratés, du moins la reproduction des oxacides anhydres et de l'hydracide gazeux :

	Par l'eau liquide.	Par l'eau gazeuse.
$C^4H^3ClO^2 + HO = C^4H^3O^3 + HCl$	nul sensiblement	$+ 5000^{cal}$
$\frac{1}{5}(PCl^5 + 5HO = PO^5 + 5HCl)$	$+ 7000^{cal}$	$+ 12000$
$\frac{1}{3}(AsCl^3 + 3HO = AsO^3 + 3HCl)$	$- 9000$	$- 4000$
$\frac{1}{3}(SbCl^3 + 3HO = SbO^3 + 3HCl)$	$- 8400$	$- 3400$
$\frac{1}{2}(SnCl^2 + 2HO = SnO^2 + 2HCl)$	$- 9000$	$- 4000$

» Ces nombres établissent un rapprochement étroit entre les chlorures

(1) Les données relatives aux trois premiers chlorures sont empruntées à M. Favre (*Journal de Pharmacie*, 3e série, t. XXIV, p. 328). Celles relatives aux chlorures d'étain et d'antimoine sont tirées des expériences de M. Andrews. Enfin la chaleur de formation de l'oxyde d'antimoine SbO^3 n'étant pas connue, je l'ai calculée à l'aide d'une expérience de Dulong relative à SbO^4, en supposant la chaleur dégagée proportionnelle à l'oxygène, comme la chose a lieu pour les oxydes d'étain.

d'arsenic, d'antimoine et d'étain. Ils montrent en même temps que ces trois chlorures doivent être susceptibles de réactions inverses, suivant les quantités d'eau mises en expérience. On sait en effet qu'un excès d'eau décompose ces chlorures, avec formation d'oxacides et d'acide chlorhydrique dissous; tandis que l'acide chlorhydrique gazeux, ou même très-concentré, dissout les oxacides correspondants, avec régénération de chlorures acides. Un certain équilibre doit se produire, par une concentration convenable, entre ces réactions contraires.

» L'existence de deux actions inverses est une conséquence de la circonstance suivante : 1 gramme d'hydrogène dégage plus de chaleur en s'unissant avec l'oxygène pour former de l'eau, soit liquide (34500), soit gazeuse (29500), qu'en s'unissant au chlore pour former le gaz chlorhydrique (23800); tandis que la formation de l'acide chlorhydrique très-étendu dégage au contraire plus de chaleur (41300) que celle de l'ean liquide (34500). Toutes les fois que cette différence ne sera pas compensée par un excès convenable dans la chaleur qu'un même poids de métal dégage en s'unissant avec l'oxygène, sur la chaleur que ce poids de métal dégage en s'unissant avec le chlore (ou réciproquement), le renversement des réactions sera possible (1), et il s'observe en effet, comme on vient de le rappeler.

» Je rappellerai que j'ai déjà exposé des calculs et des raisonnements analogues (2) pour expliquer les actions réductrices, variables avec la concentration, que l'acide iodhydrique dissous exerce sur les principes organiques. Ces calculs et ces raisonnements permettent de prévoir une multitude de réactions; ils sont fondés sur un principe général de thermochimie que j'ai formulé en 1867 (3), et qui me paraît dominer toute la statique chimique. On a pu voir dans le présent travail que ce principe est confirmé par l'observation des doubles décompositions organiques. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'action physiologique du chloral.* Note de **M. Demarquay.**

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie la série de recherches que j'ai faites sur le chloral. Cette substance est le produit de la réaction du

---

(1) On néglige ici, pour abréger la discussion, les influences secondaires dues à la chaleur de dissolution des oxydes et des chlorures. Il faut aussi, dans certains cas, tenir compte de la chaleur dégagée par la formation soit des oxychlorures, soit des hydrates.

(2) *Bulletin de la Société Chimique*, 2e série, t. IX, p. 104 et 108.

(3) *Comptes rendus*, t. LXIV, p. 413. *Voir* aussi *Annales de Chimie*, septembre 1869.

chlore sur l'alcool : elle est liquide à l'état anhydre, mais en s'hydratant elle devient solide; elle est douée d'une odeur assez pénétrante et agréable. Je dois à l'obligeance de M. Follet d'avoir pu obtenir cette substance à l'état de pureté, et c'est avec son concours que j'ai accompli les expériences dont on trouvera plus loin le résultat.

» Nous avons expérimenté sur un grand nombre de lapins; nous avons eu recours à des solutions bien titrées; nous avons injecté, dans le tissu cellulaire de nos animaux, depuis 20 centigrammes, jusqu'à 1^{gr}, 20, sans avoir amené la mort d'aucun d'eux; tous, après quinze à trente minutes, sont tombés dans une résolution complète, comme s'ils se fussent profondément endormis. La durée de ce sommeil a été de deux à trois heures, et, quels que fussent la résolution musculaire et l'affaissement de ces animaux, ils se sont tous réveillés, et le lendemain ils se portaient à merveille; nous avons pu faire servir les mêmes lapins à une série d'expériences. Si l'on examine attentivement les animaux endormis par le chloral, voici ce que l'on constate :

» Les muqueuses oculaires et palpébrales sont injectées. Les oreilles se vascularisent d'une manière tout à fait remarquable; on pourrait croire que ces animaux ont subi la section du grand sympathique d'après la belle expérience de M. Claude Bernard; je me hâte d'ajouter que cette grande vascularisation des oreilles n'est point accompagnée d'une élévation de température. Si l'on interroge la sensibilité des animaux pendant tout le temps de l'expérience, on constate une *exaltation* de cette faculté : le plus petit pincement de la queue, de l'oreille, des lèvres, provoque chez l'animal des mouvements désordonnés et des cris plaintifs, ce qui n'a point lieu quand on détermine la même excitation sur un animal sain. Le pouls, sous l'influence du chloral, devient extrêmement fréquent, et, à la fin, il est impossible de le compter. La température animale, sous l'influence de cet agent pris à haute dose, baisse d'un demi-degré à un degré. Le plus souvent, les lapins endormis par le chloral exhalent par leurs narines l'odeur de cette substance, ce qui ferait supposer qu'elle ne se décompose pas complétement, si toutefois elle se décompose, dans le sang. Si l'on ouvre tout vivants les animaux mis en expérience, on constate une congestion des viscères abdominaux. Les vaisseaux du mésentère sont turgescents, les muqueuses sont injectées, particulièrement la muqueuse trachéale; on a surtout une bonne idée de cette extrême vascularisation en sacrifiant un animal n'ayant point subi d'injection. Le système nerveux central, le cerveau, le cervelet et les membranes sont fortement injectés; il en est de même de la moelle

et des membranes; je n'ai point pu apprécier de différence dans la coloration du grand sympathique, à cause de sa petitesse chez les lapins; le microscope ne manquera point de nous apprendre les modifications subies par les cellules nerveuses. Les muscles sont très-vasculaires, ils sont même devenus rutilants; il m'a semblé que le sang artériel avait pris une petite teinte violette.

» Que devient le chloral? Quant à moi, je pense qu'il est éliminé par les voies respiratoires. M. Liebreich a pensé que l'agent que nous étudions, ayant la propriété de se décomposer au contact d'une lessive alcaline, il devait se décomposer dans le sang, et que le chloroforme résultant de cette décomposition produisait les phénomènes observés. Nous ne pouvons point admettre cette manière de voir, parce que le chloroforme est un anesthésique, tandis que le chloral a une action hyperesthésique des plus marquées. Bien des questions physiologiques restent encore à résoudre, il faudra aussi déterminer les applications que l'on pourra faire ultérieurement de cette substance à l'art de guérir. Nous avons cru devoir publier ces recherches, d'autant mieux qu'elles s'éloignent par leur résultat de celles de M. Liebreich; toutefois on peut ajouter en terminant que le chloral est : 1° l'agent le plus puissant de la résolution musculaire, et 2° le plus rapide de tous les hypnotiques. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Aurore boréale du 5 septembre.* Note de **M. Chapelas.**

« J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie quelques détails sur une aurore boréale que nous avons observée cette nuit.

» Malgré que, dans le commencement de la soirée, le ciel fût très-nuageux, j'avais pu remarquer pendant quelques éclaircies, que, du côté du nord-ouest, il présentait une teinte blanchâtre toute particulière. Soupçonnant l'apparition possible d'une aurore boréale, je surveillai activement cette partie de l'horizon. Vers $11^h 15^m$, le ciel s'étant complétement découvert, nous pûmes en effet constater la présence de ce phénomène, s'étendant à $11^h 45^m$ depuis la constellation de la Couronne boréale jusqu'au delà de la tête de la Grande Ourse, soit 80 degrés en amplitude.

» Cette aurore, tout à fait partielle, ne s'élevait guère qu'à 25 ou 30 degrés au-dessus de l'horizon. Aussi n'a-t-elle dû être aperçue que dans les régions septentrionales. Il n'était, par conséquent, pas possible d'entrevoir les limites du petit arc.

» A $11^h 52^m$, cinq beaux rayons se dessinèrent nettement, dont quatre, d'un blanc très-brillant, présentaient à leur partie inférieure une teinte verte

bien accentuée; le cinquième, situé à l'ouest-nord-ouest et s'élevant jusqu'à η Hercule, offrait une couleur rose extrêmement délicate.

» A 12 heures, les rayons avaient complétement disparu, pour faire place à une nébulosité verdâtre présentant une surface unie d'une assez grande étendue.

» A $12^h 10^m$, un petit rayon, de 15 degrés de hauteur, apparaît encore au-dessous de la Grande Ourse, puis disparaît aussitôt; la matière s'étend, et le phénomène se présente de nouveau sous la forme d'une vaste nébulosité blanche, qui subsiste jusque vers $12^h 45^m$.

» A 1 heure, l'aurore avait entièrement disparu; le ciel, magnifique à ce moment, avait repris sa teinte normale.

» J'ajouterai en terminant que, comme toujours, les quelques nuages légers avoisinant le météore sont restés parfaitement obscurs, pendant toute la durée de l'apparition; et que, comme au 15 avril et au 13 mai dernier, le phénomène semble intimement lié aux grands mouvements atmosphériques. »

M. **Borscha** adresse à l'Académie quelques remarques sur la valeur de la dilatation absolue du mercure, telle que M. Regnault l'a déduite de ses expériences.

Ce document sera transmis à M. Regnault.

M. **Léon** adresse des observations concernant la détermination de l'unité monétaire, et sur l'influence qu'elle pourrait avoir pour faciliter l'adoption du système métrique par les diverses nations.

M. **Delègue**, en adressant à l'Académie un travail imprimé, intitulé : « Essai sur les travaux de Pascal touchant la géométrie infinitésimale et la formule du binôme », accompagne cet envoi d'une Note relative à l'influence que les savants français lui paraissent avoir exercée sur le développement de la science en Angleterre, au XVIIe siècle ».

M. **Delaurier** adresse une Note relative à un appareil qui a pour but d'utiliser industriellement la chaleur solaire.

M. **Jullien** adresse une Note concernant les recherches publiées par *M. Riche* sur les alliages.

AGRICULTURE. — **M. Davy** adresse la recette suivante, comme propre à la destruction du puceron de la vigne, *Phylloxera vastatrix*.

« On prend 1 kilogramme de copeaux de quassia,

» 250 grammes de savon mou

» Et 9 litres d'eau bouillante.

» On laisse infuser jusqu'à ce que la liqueur soit refroidie, puis on en asperge les arbres et les plantes.

» Après que le liquide est épuisé, on peut employer de nouveau les copeaux de quassia, aveç 125 grammes de savon et 4 ou 5 litres d'eau bouillante.

» On ne doit jamais employer cette lotion par un soleil très-chaud; mais toujours de très-bonne heure le matin. »

La recette de l'auteur doit avoir de bons effets pour la destruction du puceron lanigère qui vit sur les feuilles ou les menues branches, mais son application à l'insecte qui attaque les raisins de la vigne serait difficile.

Cependant, c'est dans ce dernier but que l'auteur adresse sa Communication, au sujet de laquelle il convient de rappeler que l'infusion de quassia est employée depuis longtemps et avec succès pour détruire les mouches.

« **M. Chasles** présente à l'Académie, de la part de M. le prince *Boncompagni*, le numéro de mars 1869 du *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche*. Cette livraison renferme un travail de M. Enrico Narducci sur la vie et les écrits de Fr. Wœpcke, savant géomètre et orientaliste, dont l'Académie a accueilli avec intérêt plusieurs Communications. »

La séance est levée à 5 heures. D.

ERRATA.

(Séance du 16 août 1869.)

Page 449, ligne 32, *au lieu de* révolutions sur son axe ou dans le voisinage, *lisez* révolutions sur son axe dans le voisinage.

Page 456, ligne 4, *au lieu de* photosphère, *lisez* chromosphère.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 SEPTEMBRE 1869.

PRÉSIDENCE DE M. CLAUDE BERNARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Note au sujet d'une réclamation de* M. Paul Thenard, *relativement au chauffage des vins; par* **M. Pasteur.**

« Notre confrère M. Paul Thenard a présenté au Conseil général de la Côte-d'Or, dans sa séance du 23 août dernier, une réclamation de priorité en faveur de M. de Vergnette-Lamotte, son compatriote, relativement au chauffage des vins. (*Voir* le numéro du 9 septembre courant du *Journal d'Agriculture* de M. Lecouteux.) Je proteste, de la manière la plus formelle, contre le récit erroné de M. Thenard. Les prétentions qu'il met en avant ne sont que la reproduction, en d'autres termes, d'une réclamation faite, il y a trois ans, par MM. de Vergnette et Quesneville, dans le *Moniteur Scientifique*. J'ai répondu, sur-le-champ, dans ce même journal, par une Communication dont j'ai l'honneur de déposer un exemplaire sur le bureau de l'Académie.

» J'adresse aujourd'hui même à chacun des Membres du Conseil général de la Côte-d'Or un exemplaire de cette même brochure. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Question des Manuscrits de Pascal, Galilée, etc.;* *par* **M. Chasles.**

I.

« Lorsque, dans les premiers jours de juillet 1867, j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie certains Documents qui prouvaient que Pascal aurait eu connaissance des lois de l'attraction et aurait eu même des relations avec le jeune Newton, je n'agissais pas avec précipitation; car c'était depuis 1861, en novembre, qu'un individu, se disant archiviste paléographe et faisant commerce de titres généalogiques, me procurait ces Documents étrangers à la spécialité de son commerce, de la part du possesseur qui me les faisait proposer. Je connaissais donc l'importance scientifique de ces Documents; je savais, en outre, que je ne possédais pas toute la collection; j'insistais pour qu'on me la livrât tout entière; mais on me répondait que le possesseur, qui l'avait rapportée d'Amérique, où elle avait passé en 1791, se plaisait à parcourir toutes ces Pièces, et ne voulait les livrer qu'à son loisir. J'ai donc dû, on le conçoit, quand M. Le Verrier, en séance de l'Académie, le 19 août 1867, m'a demandé de qui je tenais les Documents, et de déclarer tout ce qui en existait, me refuser à satisfaire à sa demande. Car publier dès ce moment de qui je les tenais, c'était provoquer tout aussitôt, auprès de celui qui me les proposait, des offres auxquelles il n'aurait pas résisté. C'était compromettre le sort de ces Documents, que je regardais comme précieux. Tout le monde, assurément, m'aurait blâmé. Je ne pouvais pas dire non plus que les quelques milliers de Pièces déjà entre mes mains étaient les seules de la collection. J'ai donc dû m'abstenir nettement de satisfaire aux demandes de notre confrère, sans qu'on en puisse jeter un blâme sur ma réserve; d'autant plus, et l'Académie le sait parfaitement, que j'invitais avec insistance toutes les personnes que la question pouvait intéresser à venir prendre connaissance de la masse des Documents. Et bien plus, dès que les objections sont venues de l'étranger, j'envoyais toutes les Pièces, soit originales, soit en photographie, à qui m'exprimait le désir de les connaître. Pouvais-je faire plus?

» Du reste, le grand nombre des Documents, les noms de leurs auteurs, la variété des matières scientifiques, littéraires, historiques qui s'y trouvaient traitées, et la parfaite concordance que j'y reconnaissais, ne me laissaient aucun doute sur l'authenticité de leur contenu.

» C'est cet accord entre ces Documents qui m'a permis de toujours répondre à toutes les objections qui se sont produites : tellement que l'on

a cru pouvoir imaginer un faussaire, et bientôt après une association de faussaires, qui fabriquaient, même au dernier moment, pour les besoins de la cause.

» Qu'on me permette d'ajouter à ce sujet que précisément la Lettre de Jacques II, qu'invoquait M. Faugère pour s'exprimer ainsi, était connue de notre confrère M. Balard, qui l'avait remarquée plusieurs mois avant que j'en fisse usage, en explorant, un soir chez moi, avec deux savants anglais, le dossier renfermant les Lettres de Jacques II et des deux reines Marie et Anne, ses filles.

» Mais, indépendamment de ce simple fait, je puis dire que tout ce qui s'est passé continuellement à nos séances aurait dû écarter l'idée que j'eusse recours à des Documents qui n'auraient pas été entre mes mains, par la raison que je répondais toujours séance tenante, s'il n'y avait pas quelque empêchement indépendant de ma volonté, à toutes les Communications qui arrivaient du dehors. Si j'en étais prévenu par M. le Secrétaire perpétuel, au commencement de la séance, je courais chercher les Pièces qui pouvaient servir à ma réponse; et si je ne connaissais une Communication qu'à la lecture qui en était faite dans le dépouillement de la Correspondance, je répondais néanmoins en invoquant, de souvenir, les Documents qui se rapportaient au sujet; et ces Documents, je ne les faisais point attendre le lendemain, c'était toujours dès le matin, de 7 à 8 heures, que je les envoyais à l'imprimerie, avec le texte de ma réponse. Les *Comptes rendus* constatent ces faits.

» Je déclare, en outre, que le vendeur qui m'apportait les Documents venait toujours chez moi entre 11 heures et midi, ou de 5 heures et demie à 6 heures; et, en outre, que jamais je n'ai été chez lui, et que jamais je n'ai envoyé personne lui demander aucun Document.

II.

» L'insistance que j'ai mise dans ces derniers temps, pour que M. Le Verrier traitât la question astronomique qu'il avait annoncée le 19 avril, et que beaucoup de Membres voulaient ajourner après la publication complète des Mss. de Pascal, prouve que j'avais encore à ce moment une pleine confiance dans mes Documents. Mais bientôt après les observations qui ont été faites à Florence sur la Lettre de Galilée du 5 novembre 1639, dont j'avais envoyé une photographie, ont éveillé mon attention, et ont commencé à m'inspirer des inquiétudes qui m'ont porté à certaines recherches et à des mesures d'information, et même à solliciter de M. le Préfet de police une

surveillance, à l'effet de connaître enfin le véritable dépôt des pièces qui m'étaient vendues. L'examen que M. Volpicelli a bien voulu faire faire par ses amis, MM. Corridi et Guasti, en l'absence de la Commission de Florence, de la dernière Lettre que j'avais envoyée à M. Carbone, est venu accroître mes inquiétudes, et j'ai cru devoir adresser à M. le Préfet de police une déclaration tendante à ce que, sans continuer davantage les recherches et la surveillance établie, on procédât à l'arrestation du vendeur, ce qui a eu lieu. Mais on n'a trouvé chez lui que quelques papiers blancs, provenant de registres, des plumes, un seul flacon d'encre et quelques *fac-simile* de l'Isographie, quand j'avais espéré qu'on y trouverait la masse des Documents dont il ne m'avait livré que des copies et dont une partie considérable m'était encore due. Il a refusé d'abord de faire connaître de qui il tenait ces Documents. Et il a déclaré depuis que c'était lui qui les fabriquait. M. le Commissaire instructeur lui a demandé s'il n'en avait pas eu du comte de Menou, en 1861; il a répondu une soixantaine, ajoutant qu'il en avait aussi eu un résidu du cabinet de M. Letellier (mais ce cabinet ne renfermait que des pièces généalogiques, qui ont été vendues, je crois, vers 1860).

» Il déclare donc qu'il a fabriqué depuis 1861 les pièces, plus de 20 000 certainement, qu'il m'a vendues : il déclare aussi qu'il m'a trompé depuis ce temps; dès lors on doit croire qu'il peut tromper encore.

» Il trompe en effet, car non-seulement il est convenu, contrairement à sa première déclaration, qu'il avait reçu des Documents du comte de Menou, mort en 1862; mais une Note de lui, trouvée dans ses papiers, porte qu'il a reçu en 1861, de ce même comte de Menou, des Documents précieux, au nombre d'une vingtaine de mille, que le possesseur n'avait pas encore bien explorés, et qu'il lui cédait en échange de quelques titres généalogiques et des travaux qu'il avait faits pour lui.

» Peut-on admettre, du reste, qu'un seul individu aurait su composer une masse aussi énorme de Documents sur toutes sortes de sujets, quand surtout on ne trouve chez lui aucun des matériaux primitifs de livres, fragments, essais qu'aurait exigés une telle fabrication.

III.

» Les Documents dont j'ai eu à entretenir l'Académie ne sont qu'une partie de ceux qu'il m'a livrés; il en est beaucoup d'autres dont je n'ai point eu à parler, puisque je devais me renfermer dans une question scientifique déterminée.

» Ainsi, indépendamment des nombreuses séries de Galilée, de Pascal, de

Louis XIV, de Labruyère, de Molière, de Montesquieu; des séries moins nombreuses de Boulliau, de Mariotte, de Rohault, de Saint-Évremont, de Locke, de Mme de Sévigné, de Rotrou, de Corneille, de Lafontaine, d'Étienne Pascal, de Mme Périer, de sa sœur Jacqueline, de Maupertuis, de Fontenelle, de J. Bernoulli, etc., il se trouve un grand nombre de séries d'époques antérieures : deux mille Lettres au moins de Rabelais, de très-nombreuses Lettres de Copernic, de Christophe Colomb, de Cardan, de Tartalea, d'Oronce Finé, de Ramus, de Budée, de Grolier, de Michel Nostradamus, de Calvin, de Melanchton, de Luther, de J.-C. Scaliger, de Dolet, de Machiavel, de Michel-Ange, de Raphaël, de Thomas More, de Charles-Quint, etc., adressées à Rabelais; de très-nombreuses Lettres et poésies de son ami Clément Marot; des Mystères inédits et de nombreuses poésies de Marguerite d'Angoulème; des Lettres et de nombreux quatrains en latin d'Anne de Pisseleu; de nombreuses Lettres, des poésies et des instructions pour son fils, de François Ier; des Lettres et de nombreuses poésies de Marie Stuart; plusieurs centaines de Lettres de Montaigne; de très-nombreuses Lettres de Shakspere adressées à Larrivay, à Philippe Desportes, à Melle de Gournay; des Lettres et poésies de Philippe Desportes lui-même, de Ronsard, de Régnier, du Tasse, de Michel Cervantes, etc. En remontant au delà du XVIe siècle, je citerai de très-nombreuses Lettres et poésies de Dante, de Jean de Meung, de Réné d'Anjou, de Pétrarque, de Boccace, de Laure de Cabrière, la mie de Pétrarque, de Clémence Isaure, de Christine de Pisan, de Villon, de Charles d'Orléans; de nombreuses Lettres des rois, de Philippe-Auguste, de saint Louis, de Philippe-le-Bel, de Charles V, Charles VI, Charles VII; d'Agnès Sorel, de Jacques Cœur; de Comines, de Guttemberg, de Brantome; des Lettres et des récits de Jeanne d'Arc, écrits les uns par Agnès Sorel, les autres pendant sa détention, par la jeune fille, sa compagne de lit à Orléans, qui était admise à la visiter. Comment le même individu aurait-il composé, indépendamment de toutes les Pièces scientifiques et autres que l'Académie connaît, toutes les Lettres et poésies françaises de Dante et de Pétrarque particulièrement? On ne peut dire qu'il les a empruntées des ouvrages imprimés, qui ne renferment que des pièces en italien. Si l'on en croit certaines Lettres, les pièces de Pétrarque, de Laure et de Clémence Isaure auraient été envoyées à Rabelais par son ami Nostradamus, qui les avait recueillies à Avignon.

» La collection s'étend aux premiers temps de l'ère chrétienne, et même au delà; car il s'y trouve quelques Lettres et de nombreuses Notes de Jules César et des empereurs romains; des apôtres, principalement de saint

Jérôme; de Boèce, de Cassiodore, de Grégoire de Tours, de saint Augustin, de plusieurs rois mérovingiens; un grand nombre de Charlemagne, ainsi que d'Alcuin.

» Voici, à en croire ces Documents, l'origine de ce trésor. L'abbaye de Tours était très-riche en Documents anciens. Alcuin, qui en fut abbé, l'enrichit encore, en faisant rechercher en Italie et dans les pays étrangers tout ce qui pouvait s'y rencontrer.

» Rabelais, qui était grand amateur de Pièces de ce genre, et qui était même stimulé dans ses recherches par François Ier et Marguerite d'Angoulème, connaissait ces archives de l'abbaye de Tours, et en fit faire des copies et des traductions en nombre considérable. Tout cela se trouvait à son ermitage de Langey, dépendant de la propriété des Du Belley, et aurait passé dans la collection de l'intendant Foucault, mort dans les premiers temps du siècle dernier, Membre de l'Académie des Inscriptions.

» Je ne me porte point garant de ces Pièces. Quelles qu'elles soient, il est certain que leur composition, si elles ne sont pas originales, a dû exiger un long travail, de nombreux matériaux; et si l'on considère qu'elles s'ajoutent à tant d'autres, de tous les temps jusqu'au siècle dernier, et traitant de tant de matières différentes, on ne peut croire qu'elles soient l'œuvre d'un seul individu, d'un seul fabricateur, qui du reste ne sait ni le latin, ni l'italien, ni aucune partie des mathématiques ou des autres sciences sur lesquelles roule une partie considérable des Documents.

» Il y a donc un mystère à pénétrer, et jusque-là il n'y a rien à conclure avec certitude. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur un tremblement de terre qui vient d'avoir lieu à Batna, province de Constantine; par* **M. Guyon.**

« Ce tremblement de terre s'est fait sentir le 1er de ce mois, à $8^h 15^m$ de l'après-midi. L'observateur à qui nous en devons la connaissance, M. le Dr E. Ollivier, en a été violemment soulevé, à deux reprises, au premier étage d'une maison en pierres, qu'il habite. La secousse a imprimé au sol, pendant trois à quatre secondes, avec un bruit particulier, *caractéristique*, dit l'observateur, bruit qu'il avait déjà perçu dans le tremblement de terre d'El-Arrouch en 1856 (1), un mouvement *ondulatoire très-sec*, avec trépida-

---

(1) Se rattachant au grand tremblement de terre qui a fait le sujet d'un Rapport très-étendu à l'Académie, par un de ses Membres.

tion. De divers petits objets placés sur une étagère, les uns ont été projetés en avant; d'autres, couchés en arrière de leur base.

» La commotion a été généralement ressentie du nord-ouest au sud-est. Elle a été précédée, accompagnée et suivie de phénomènes de divers ordres, physiques et physiologiques, rapportés, avec détail, dans une Lettre écrite de Batna sous la date du 6 septembre 1869. J'en ai fait un extrait, que je mets sous les yeux de l'Académie. »

Extrait d'une Lettre de M. le Dr E. Ollivier, de Batna, en date du 6 septembre 1869.

Depuis quelques jours, bien que le thermomètre, à l'ombre, ne dépassât pas 32 degrés centigrades, le ciel, couvert d'épais *cumulus*, nous rendait très-pénible une chaleur écrasante, sans rapport avec cette température bénigne et inaccoutumée, mais tenant à un état électrique très-accentué.

Les derniers jours du mois d'août avaient été tous orageux, avec un vent très-sauteur, et, chaque jour, un gros orage imminent avait avorté.

Le 1er septembre, comme tous les jours suivants, jusqu'à aujourd'hui, l'atmosphère était singulière, et son impression oppressive. J'étais pénétré par un profond sentiment d'inquiétude et de crainte, et, malgré moi, j'observais, me tenant en garde, instruit, par l'expérience, de cet état nerveux. A $4^h 30^m$, un orage se mit à gronder; une pluie, peu forte, fut promptement chassée par un vent soufflant en bourrasques violentes, à ce point que le ciel, alors tout couvert d'épais *nimbus*, d'un noir violet superbe, produisant de noirs éclairs pourpres, d'une grande dimension et très-vifs, fut éclairci en moins de vingt minutes.

Je croyais tout terminé; mais, à $7^h 30^m$, deux nuages, noirs et très-denses, nous vinrent couvrir, suivant la direction du sud-ouest, par grand calme, et restant immobiles. Deux ou trois éclairs brillèrent, et l'on entendit deux sourds roulements de tonnerre.....

A la caserne d'infanterie, le clairon sonnait l'appel des tambours et trompettes, pour aller battre la retraite, et il était $8^h 15^m$ *juste* lorsque nous fûmes soulevés violemment, à deux reprises, au premier étage d'une maison en pierres que j'habite, par un tremblement de terre imprimant au sol, pendant trois à quatre secondes, avec un bruit *caractéristique*, que j'avais déjà perçu dans le tremblement de terre d'El-Arrouch en 1856, un mouvement ondulatoire très-sec, avec trépidation. De divers petits objets posés sur une étagère, les uns ont été projetés en avant; d'autres, couchés en arrière de leur base.

La commotion, généralement ressentie, a été du nord-ouest au sud-est. Elle a donné lieu à un phénomène que nous ne saurions passer sous silence. Un enfant de dix-huit mois, celui d'un de mes amis, s'endormait près de sa mère : à la secousse, il s'est jeté sur elle, l'enlaçant de ses petits bras, inquiet, criant, pleurant, affolé.... On eut toute la peine du monde à lui faire lâcher les vêtements auxquels il se tenait *convulsivement* cramponné.

Aux casernes, qui ont trois étages, les soldats ont poussé des exclamations et fait un tumulte que j'ai entendu de chez moi, à plus de 100 mètres, de la fenêtre près de laquelle je m'étais précipité. Heureusement que, ni là, ni dans la ville, aucun malheur n'a été à déplorer, et que la population en a été quitte pour des frayeurs bien justifiées et des maisons lézardées, mais non, toutefois, sans quelque appréhension d'un réveil du fléau.

Moi-même, j'ose à peine croire à une tranquillité parfaite, car un phénomène que j'observe depuis plusieurs jours, et qui peut avoir son importance dans notre position, c'est que, dans l'amphithéâtre formé par les montagnes dominant notre plateau (1100 mètres au-dessus du niveau de la mer, et dont Batna forme le centre), le vent, dans l'espace de deux heures, passe par toutes les aires de la rose, du sud au nord. La plaine est couverte de trombes de poussière se succédant, sur le sol, à des intervalles de 10 à 15 mètres au plus. A leur base, le mouvement giratoire semble très-énergique : elles emportent des plumes, du papier, des feuilles et autres débris végétaux, à de grandes élévations. Trois ou quatre de ces colonnes de poussière, observées dans différentes directions, avaient une largeur d'un mètre à deux, et semblaient se confondre avec les nuages, à quelques centaines de mètres de hauteur.

Une autre observation, pour terminer, c'est que, du 1er au 15 août, les étoiles filantes ont été très-rares sur notre horizon.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Détails des études spectrales des taches solaires* (suite); *par le* **P. Secchi**.

« Rome, 6 septembre 1869.

» Les détails que j'ai exposés dans ma dernière Communication prouvent que l'étude spectrale des taches n'a pas été exécutée superficiellement. Je pourrais ajouter nombre d'autres observations pareilles, mais je n'abuserai pas de l'indulgence de l'Académie. Je dirai seulement qu'un dessin a été fait de toutes les raies principales visibles, avec leur élargissement relatif, mais ce long et assez pénible travail ne saurait trouver place ici.

» Dans cette Communication, je me bornerai encore à reproduire la traduction du texte original de quelques observations importantes, dont les résultats ont déjà été présentés à l'Académie, mais en termes peut-être un peu généraux, de sorte qu'on en a contesté l'exactitude. Je commencerai par les phénomènes observés le 20 mai.

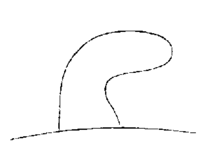
» Il y avait déjà longtemps que je cherchais, mais sans succès, si des raies brillantes, autres que celles de l'hydrogène, se manifestaient aux bords du Soleil. Ainsi, je fus bien étonné, le 20 mai, de les trouver en grande abondance. Je traduis encore le journal.

20 *mai*, $8^h 30^m$ du matin. — Protubérance merveilleuse près de la tache n° 58. La bande du vert, entre les deux raies du magnésium les plus voisines, *devient lumineuse !* La troisième raie noire devient lumineuse. Voir la marque faite sur la figure donnée par M. Kirchhoff. (Cette marque consiste dans un angle $\wedge$ qui embrasse les raies comprises entre 1650,5 et 1653,8, avec le mot *brillante;* de plus, à la place 1634,9 de l'échelle, sur la troisième raie éloignée du magnésium, l'indication *renversée*.)

En outre, en dehors du disque, apparaît une raie brillante (x) entre 20 et 21 de la figure de Van der Willingen (W), qui correspond environ à 1435 de Kirchhoff. Cette raie, qui s'il-

lumine, correspond au tiers de l'espace compris entre 20 et 21 W. Une raie très-fine, près de la raie 32 W., est renversée du côté du rouge. Entre F et *h*, il y en a deux autres, très-vives: une (*z*) entre 31 et 32 W. (1961 et 2041,4 K.), l'autre, près de 30 W.; mais celle-ci est une raie brillante, prolongée en dehors du disque, pendant que celle qui est voisine de 32 est une raie renversée. Il y en a une autre (*y*) près de 30 et 31, mais dans une persienne, et il est difficile de constater si c'est une raie renversée ou non, à cause de l'agitation près du bord solaire; les raies sont d'ailleurs très-serrées. La raie brillante (*z*), près de F, presque au milieu de l'espace compris entre 31 et 32, paraît être la raie 1994, parce que la raie brillante est éloignée de la raie noire d'une quantité égale à la largeur du groupe. L'autre raie est dans la persienne, près de 1864, près de la zone brillante. Dans le jaune, une raie brillante se prolonge notablement en dehors du disque.

La facule est au bord, qui paraît ici un peu proéminent: sur la facule, est une énorme protubérance, repliée en forme de nuage. Dans cette protubérance, on voit toutes les raies observées par M. Rayet dans celle de l'éclipse, même celle de l'hydrogène près de G, et une autre encore (dont la place n'est pas indiquée). Une des raies paraît coïncider avec l'une de celles du magnésium; elle est renversée. Une autre paraît appartenir au fer; mais la position de la dernière n'est pas assez certaine. Peut-être ces substances se trouvent-elles toujours dans la chromosphère, mais les raies ne sont-elles pas visibles, à cause de leur faiblesse. La tache est peu éloignée du bord, et la facule paraît située moitié dedans et moitié dehors. Elle semble un peu proéminente, mais infiniment moins que la protubérance rosée. Dans toutes les autres facules qu'on examine, on trouve les raies de l'hydrogène et la raie jaune très-vives, mais beaucoup moins qu'ici, et le *vert n'est pas renversé*. Ici, toutes les raies brillantes empiètent fortement sur le disque, à une distance égale à celle de la tache au bord dans ce moment: elles ont une hauteur plus grande que la moitié du spectre. C'est surtout un spectacle nouveau et intéressant, de voir la troisième raie du magnésium *isolée* devenir renversée, pendant que les deux autres ne le sont pas, et que, au contraire, l'intervalle devient lumineux. Je suis très-sûr de cette particularité, que je distingue parfaitement; je ne suis pas également sûr de la position des autres raies: il y a déjà trois heures que je regarde.



L'air s'est échauffé et est devenu mauvais: on voit bien encore la raie précédente. La raie C a la forme d'une pointe; la raie D_3 est également pointue; la raie F paraît avec des nœuds; la raie γ H de l'hydrogène est aussi pointue. La raie D est la plus haute de toutes.

» D'après ces détails, copiés littéralement dans le journal où ils ont été inscrits pendant l'observation, il est facile de reconnaître qu'on n'a pas fait l'observation avec légèreté, et que l'instrument était bien suffisant. Le jour suivant, on observa de nouveau, mais la tache avait disparu. On nota que la raie F avait la forme de nœuds, et que les raies de la chromosphère étaient plus vives, mais plus basses que le jour précédent; le vert n'était plus renversé.

» Les jours suivants, on trouve souvent indiqué qu'on n'a pas réussi à voir les raies du magnésium renversées. Cependant, nous ne nierons

pas que cela n'ait pu être observé par d'autres : ces phénomènes sont très-fugaces, et c'est peut-être un heureux hasard que d'en constater quelques-uns, dans des circonstances favorables.

» Je passe à la relation que j'ai signalée entre le spectre des taches et celui de notre atmosphère, relation contre laquelle on a aussi fait quelques objections.

» Je vais traduire encore le journal :

29 *avril*, 8h 30m du matin. — Dans la grande tache, le noyau est divisé en deux. Des zones noires très-fortes se développent entre *D* et les raies du calcium 10 et 11 W; au delà de *D*, toute cette région est noire comme dans α Orion. Les raies *D* sont larges et nébuleuses aux bords (*sfumate*). Quoique, dans le groupe du calcium, les raies soient plus larges, le fond cependant reste plus brillant, car il n'y a *pas ici de persiennes*. La raie C devient lumineuse sur le pont qui traverse le noyau ; j'ai vu cela trois fois. Mais ailleurs le noir disparaît visiblement: renversement partiel certain. On vérifie la règle générale que des persiennes très-fortes se produisent là où Kirchhoff trace des raies faibles et nombreuses. L'intervalle entre 7 et 9W. (719,5; 850,0 K) est indescriptible, il n'y reste que des filets brillants sur une bande de cheveux (*sic*) noirs; entre 6 (711,5 K) et la raie 9 W., il y a une bande brillante.

Dans le vert, il y a comme un brouillard très-sombre, sur lequel brillent les filets lumineux, aux places déjà connues. On met cinq prismes, et tout reste de même : seulement, on voit mieux l'intervalle entre *D'* et *D''*, mais cette région reste nébuleuse.

» Ces phénomènes nous rappellent les bandes qui se développent près de l'horizon : on cherche à vérifier cette analogie. On résume les observations :

A 5h 58m du soir, la grande tache n° 48 a un double noyau ; la raie C *s'évanouit* complétement sur le noyau, et, dans le voisinage, devient nébuleuse (*sfumate*), pendant qu'elle est très-noire sur le reste du disque. La raie C6 de Brewster est très-prononcée, mais elle *ne s'élargit pas à travers le noyau*. On commence ainsi à constater une différence entre l'air et les noyaux. Les raies D dans l'air ne sont pas encore nébuleuses, mais elles le sont très-fortement dans le noyau. Les persiennes atmosphériques sont très-fortes près de D, du côté du rouge, et, lorsqu'on y ajoute le noyau, elles deviennent plus sombres et forment une confusion singulière; on y voit briller une raie jaune, vive comme un fil d'or, qui échappe à toute absorption.

On vérifie, près de la raie 84 W. (qui est la raie C6 de Brewster), que les persiennes augmentent par la superposition du noyau. On voit se renforcer fortement les persiennes entre 7 et 8 de W., car il y a ici la vapeur d'eau (après cela, elle se trouverait aussi dans les noyaux). Le ciel est superbe, l'air très-transparent.

A 6h 27m, les bandes telluriques commencent à être très-fortes sur tout le Soleil : celles qui sont avant D sont déjà très-sombres, mais elles le deviennent davantage sur le noyau; au

delà des raies D, la raie suivante 1135 K. noircit beaucoup; elle devient plus noire dans le noyau. Les effets s'ajoutent. La région δ de Brewster (à $6^h 28^m$) se prononce à peine, mais elle se renforce sur le noyau ; cette région occupe l'intervalle compris entre 1135,0 et 1200,4 de K. Dans ce moment, la raie C^6 égale exactement la raie C en noirceur; mais, lorsqu'on met le noyau sur la fente, la raie C est à peine sensible, pendant que la raie C^6 ne change point du tout. Les persiennes entre C et 7 W. croissent beaucoup dans le noyau.

A $6^h 33^m$, la région δ devient plus sombre dans le noyau. On voit aussi assez bien, dans le spectre du disque, des persiennes qui sont très-faibles lorsque le Soleil est très-haut; or celles-ci sont celles qui croissent aussi dans le noyau. Dans ce moment, entre 13 et 14 W., se trouve un filet brillant comme un fil d'or. Cela prouve que le phénomène n'est pas dû à un affaiblissement général, mais seulement à une sélection partielle des rayons.

Le Soleil est à 1°30′ au-dessus de l'horizon. On voit les raies D se renforcer dans les noyaux ($6^h 40^m$). Elles sont déjà dilatées et nébuleuses en plein Soleil, mais elles se dilatent davantage dans le noyau.

Les bandes vertes brillantes ne changent point par l'addition du noyau; au contraire, les persiennes deviennent plus foncées encore par cette addition; de sorte qu'il paraît y avoir, dans les noyaux, des gaz qui sont de la même nature que ceux de notre atmosphère, mais plus denses.

$6^h 47^m$. Le Soleil est très-près de l'horizon. La région δ est très-sombre et elle noircit davantage dans le noyau : la raie C est actuellement moins forte que C^6; celle-ci est augmentée. L'agitation est trop grande maintenant pour pouvoir bien séparer le spectre de la tache de celui du reste du disque solaire.

» A cet extrait du journal, nous ajouterons que, comme résultat général, nous avons vu se former des persiennes nombreuses à la même place, soit que nous regardassions les noyaux, soit que nous fussions dans des circonstances atmosphériques où un nuage allait paraître; de sorte que nous ne croyons pas précipitée la conséquence que ces deux résultats sont dus à la même cause.

» Pour abréger maintenant, nous citerons seulement les dates auxquelles nous avons vu la raie *f* devenir brillante seulement à moitié.

5 *mai*. — La raie *f* devient brillante seulement du côté du rouge; on cherche et on ne trouve pas le renversement du magnésium. Grande protubérance.

17 *mai*. — On voit la raie jaune D_3 et la raie rouge C à travers les nuages. La raie *f* reste noire du côté du violet. Dans la figure de Kirchhoff, cette raie paraît indiquée comme composée de raies plus faibles, nébuleuses.

11 *juin*. — La raie bleue *f* n'est pas tout entière renversée. La raie *b* le paraît un peu à la base.

» En général enfin, comme remarque très-importante et reproduite souvent dans le journal, je ferai observer :

» 1° Que, si l'oscillation atmosphérique est forte, la confusion des éclats du disque et des taches masque une grande partie du contraste qui existe entre la photosphère et les taches;

» 2° Que le même effet est produit par les vapeurs diffuses et l'atmosphère blanchâtre, comme celle que donne le *sirocco;*

» 3° Que le grossissement doit être considérable, pour bien séparer les effets des différentes parties;

» 4° Que les raies brillantes de l'hydrogène empiètent sur le disque; mais, lorsque les taches sont près des bords, elles s'arrêtent au noyau;

» 5° Qu'à la limite du bord solaire, à l'extérieur, les raies noires disparaissent; mais qu'on ne réussit à constater ce fait qu'avec une atmosphère très-calme et sans oscillation sensible au bord, en mettant la fente tangentielle, et en grossissant beaucoup l'image (au moins 25 centimètres);

» 6° Que plusieurs fois aussi, malgré ces conditions, on ne réussit pas, peut-être à cause des conditions spéciales de l'atmosphère solaire, mais que cela n'est pas une raison pour nier l'existence des faits plusieurs fois constatés, et trouvés sans aucune prévention;

» 7° On a essayé plusieurs fois d'employer l'image directe, sans la lentille de grossissement : mais si par ce moyen on réussit, en élargissant la fente, à voir la forme des protubérances, on perd une grande quantité des détails qu'on peut apercevoir dans l'examen successif fait sur l'image agrandie, avec la fente étroite;

» 8° On peut en général assurer que, là où existe une facule, la chromosphère est plus haute, du double ou du triple, que sur le reste du bord du Soleil;

» 9° Si les Rapports de la dernière éclipse du 7 août, observée en Amérique, sont exacts (ils sont insérés dans le *Galignani*), on aurait constaté un spectre différent à chaque protubérance, et la Couronne aurait donné une raie simple. Si cela est vrai, on voit combien de variétés on doit rencontrer dans cet examen de la chromosphère. On aurait constaté une atmosphère différente, par sa constitution, de l'hydrogène à l'état ordinaire. Reste à savoir si la raie observée ne serait pas celle de l'hydrogène très-raréfié, trouvée par Wullner. Nous attendons avec impatience les détails des journaux scientifiques. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Sur la constitution des spectres lumineux; par* **M. Lecoq de Boisbaudran.** [Troisième Note (1).]

(Commissaires précédemment nommés : MM. Dumas, Regnault, Edm. Becquerel, Wurtz.)

« **21**. Si l'on examine isolément le spectre du chlorure de calcium avec excès d'acide chlorhydrique, on est tenté de croire que ce spectre n'est que de deuxième degré et que le groupe élémentaire est constitué par une double raie; c'est ce que j'avais admis d'abord. Cependant, si l'on a égard à la position des raies dans le spectre du même chlorure de calcium produit sans addition d'acide chlorhydrique, ainsi qu'aux analogies évidentes qui existent entre les spectres des chlorures de calcium et de strontium, on est au contraire conduit à reconnaître que nos doubles raies ne sont que les restes de bandes ombrées, ce qui indique un spectre de troisième degré. Nous avons, en effet, dans le spectre du chlorure de calcium sans addition d'acide chlorhydrique, au moins trois bandes ombrées bien caractérisées, savoir : 1° celle qui commence par une raie nébuleuse, dont le centre est placé à 626,5, et perd en intensité jusqu'à environ 610,8 : sur cette bande viennent se projeter les deux raies vives qui constituent le groupe α du chlorure de calcium avec excès d'acide chlorhydrique; 2° une bande comprenant une première raie (606,7), distincte des suivantes, et composée elle-même de deux raies très-voisines, puis des raies se rapprochant de plus en plus et formant un dégradé perdant en intensité depuis 604,4 jusqu'à 596,4 environ : sur cette bande vient se projeter une faible raie nébuleuse, ayant pour longueur d'ondulation moyenne 599,0; 3° enfin, la raie 593,3 se dégrade jusque vers 590,4.

» Dans le spectre du chlorure de strontium avec excès d'acide chlorhydrique, toutes les bandes sont plus ou moins distinctement dégradées vers le violet; cet effet devient plus frappant lorsqu'on fait éclater l'étincelle d'induction à la surface de la solution acide ou neutre.

» **22**. Chlorure de baryum avec excès d'acide chlorhydrique (bec Bunsen). Ce spectre diffère considérablement de celui du même chlorure

---

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier au *Compte rendu*.

chauffé sans excès d'acide chlorhydrique ; il se compose de cinq groupes qui ont pour valeurs

				Différences.
γ	milieu	531,2		
			7,1	7,1
α	id.	524,1		
			3,9	
δ	id.	520,2		7,1
			3,2	
δ	id.	517,0		
			3,4	3,4
β	id.	513,6		
			7,2	7,2
ε	id.	506,4		

» **23.** Comparaison du spectre du chlorure de baryum avec excès d'acide chlorhydrique, et des spectres des chlorures de calcium et de strontium avec excès d'acide chlorhydrique.

» L'aspect général du spectre du chlorure de baryum avec excès d'acide chlorhydrique se rapproche de celui du chlorure de strontium produit dans les mêmes conditions; ces deux spectres renferment cinq groupes (dont l'un est double dans le chlorure de baryum), l'ordre des intensités est très-sensiblement le même; enfin on aperçoit de suite comme un air de famille entre les spectres des trois chlorures de baryum, de strontium et de calcium.

» Cependant, si nous voulons pousser plus loin la comparaison, nous rencontrons des divergences notables. Ainsi, nous avons deux raies, au lieu d'une seule, dans le troisième groupe du chlorure de baryum. C'est la seconde de ces raies qui paraît correspondre à la troisième raie du chlorure de strontium : elle est, du reste, plus intense que la première. Nous remarquons ensuite que les différences qui existent entre les termes du spectre du chlorure de baryum sont, dans trois cas, à peu près deux fois plus petites que celles que nous observons entre les termes des spectres des chlorures de strontium et de calcium, et que, dans un cas, il existe un intervalle deux fois plus petit encore, ce qui constitue une nouvelle anomalie. Enfin, la position qu'occupe le spectre du chlorure de baryum sur l'échelle des longueurs d'onde tendrait à faire supposer inexacte la loi, formulée plus haut, qui veut que les spectres des métaux analogues marchent vers le rouge à mesure que la molécule augmente de poids; car ici nous voyons le spectre du chlorure de baryum se placer plus près du violet que les spectres du chlorure de strontium et du chlorure de calcium. Toutes ces anomalies ne sont qu'apparentes. Remarquons d'abord que, pour

égaliser les intervalles des groupes de raies du chlorure de baryum d'une part, et des chlorures de strontium et de calcium d'autre part, il nous suffit d'admettre que le spectre de troisième degré que nous observons avec le chlorure de baryum additionné d'acide chlorhydrique n'est pas un harmonique de même ordre que ceux du chlorure de strontium et du chlorure de calcium, mais qu'il leur est supérieur. Le fait que les intervalles qui nous occupent sont deux fois trop petits, nous conduit à les doubler, ce qui nous fait passer à l'octave inférieure de notre spectre du chlorure de baryum, et c'est cette octave inférieure qui correspondrait aux spectres visibles des chlorures de strontium et de calcium ; appelant n l'ordre de ces deux spectres, nous aurions $2n$ pour l'ordre de l'harmonique observé du chlorure de baryum. Deux analogies importantes se trouvent ainsi satisfaites : 1° celle de l'égalité approchée des intervalles; 2° celle qui veut que les molécules plus lourdes vibrent plus lentement. Mais nous avons encore à expliquer la présence d'un demi-intervalle dans le spectre du chlorure de baryum; ce demi-intervalle n'existant pas dans les spectres des chlorures de strontium et de calcium avec excès d'acide chlorhydrique, il en résulte que les derniers termes du chlorure de baryum ne correspondent plus exactement à ceux du chlorure de strontium et du chlorure de calcium, mais se trouvent alterner avec eux et comme placés en quinconce. Il semble donc qu'il devrait y avoir dans nos spectres, s'ils étaient complets, des groupes intermédiaires entre plusieurs de ceux qui ont été observés. Ce ne seraient pas toujours les groupes de même ordre qui se reproduiraient le plus facilement dans les divers métaux. Nous avons déjà fait une semblable remarque à l'occasion de la comparaison des chlorures de strontium et de calcium ; nous avions alors montré qu'on pouvait quelquefois observer ces raies, indiquées par la théorie, en changeant un peu les conditions de l'expérience : c'est aussi ce qui arrive dans le cas qui nous occupe; en employant une étincelle (1) d'induction, avec ou sans condensateur du courant induit, on voit apparaître, aux endroits indiqués par le calcul, des raies plus ou moins intenses. J'ai pu ainsi retrouver toutes les raies prévues par l'alternance des groupes des trois chlorures de baryum, strontium et calcium, à l'exception pourtant d'une raie du baryum que je n'ai pu reconnaître, même en employant un condensateur. La comparaison s'établit donc ainsi :

(1) Au lieu de la flamme du gaz d'éclairage.

Chlorure de baryum, avec excès d'acide chlorhydrique.

Harmonique 2n (observé).	Harmonique n (8e inférieure du spectre visible).		Différences.
531,2..	γ **1062,4**		
		7,0	
(1) (527,7)?	(1055,4)?		14,2
		7,2	
524,1..	α **1048,2**		
		7,8	
			14,2

Chlorure de strontium, avec excès de HCl.

Harmonique n (visible).		Différences.
γ **673,0**		
	7,1	
(2) 665,9		13,2
	6,1	
β **659,8**		
	6,4	
		13,4

Chlorure de calcium, avec excès de HCl.

Harmonique n (visible).		Différences.
ε **633,2**		
	7,0	
(3) 626,2		14,0
	7,0	
α **619,2**		
	7,4	
		13,6

(1) Je n'ai pu voir cette raie.

(2) Dans l'étincelle.

(3) Est très-vive dans le chlorure de calcium sans addition d'acide chlorhydrique et est indiquée comme η dans le chlorure de calcium avec excès d'acide chlorhydrique (dessin n° 2).

Chlorure de baryum, avec excès d'acide chlorhydrique.

Harmonique 2n (observé),	Harmonique n (8e inférieure du spectre visible).		Différences.
		7,8	
520,2..	δ_1 **1040,4**		14,2
		6,4	
517,0..	δ_2 **1034,0**		6,8
		6,8	
513,6..	β **1027,2**		13,0
		6,2	
510,5..	(5) 1021,0		14,4
		8,2	
506,4..	ε **1012,8**		13,0
		4,8	
504,0..	(8) 1008,0		

Chlorure de strontium, avec excès de HCl.

Harmonique n (visible).		Différences.
	6,4	
(1) 653,4		13,4
	7,0	
δ **646,4**		
	5,5	
(3) 640,9		11,4
	5,9	
α **635,0**		13,3
	7,4	
(6) 627,6		11,7
	3,3	
ε **623,3**		

Chlorure de calcium, avec excès de HCl.

Harmonique n (visible).		Différences.
	7,4	
(2) 611,8		13,6
	6,2	
γ **605,6**		
	6,6	
(4) 599,0		12,3
	5,7	
β **593,3**		13,4
	7,7	
(7) 585,6		11,6
	3,9	
ζ **581,7**		

(1) Dans l'étincelle. Est assez difficile à voir. M. Thalén indique deux raies voisines dont la moyenne est 652,6.

(2) Dans l'étincelle, lorsqu'on emploie une bouteille de Leyde. Cette raie assez vive est indiquée par M. Thalén à 612,1.

(3) Dans l'étincelle avec une bouteille de Leyde. Assez peu distincte. M. Thalén indique une raie à 640,7.

(4) Léger maximum dans la bande ombrée δ du spectre du chlorure de calcium, sans addition d'acide chlorhydrique (dessin n° 3).

(5) Dans l'étincelle. Assez bien marquée.

(6) Dans l'étincelle. A peine visible.

(7) Dans l'étincelle. Assez bien marquée. M. Thalén indique une raie à 585,7.

(8) Dans l'étincelle avec bouteille de Leyde. Faible.

» On voit que, bien que les différences de terme à terme subissent quelques petites variations, elles restent sensiblement proportionnelles, et que, lorsqu'un intervalle est un peu plus grand ou un peu plus petit que la moyenne dans le chlorure de baryum, le même fait se reproduit, en suivant à peu près le même rapport, dans le chlorure de calcium. Dans le

chlorure de strontium, il y a un peu plus d'irrégularité; cela tient sans doute à la grande faiblesse de quelques-unes des raies indiquées par la théorie, ce qui permet seulement des mesures approximatives, et aussi à la largeur et aux contours peu distincts des bandes principales. Si l'on a égard à ces difficultés et à l'emploi exclusif d'un simple spectroscope à un prisme, on comprendra qu'il puisse y avoir de petites divergences entre la théorie et l'expérience dans le spectre du chlorure de strontium (1). Heureusement, ces divergences sont assez faibles pour permettre de bien reconnaître la parenté des trois spectres; en effet, si l'on compare entre eux les termes qui se correspondent, on obtient pour la suite des intervalles :

» 1° En prenant pour base les spectres du chlorure de strontium et du chlorure de calcium qui renferment deux premiers intervalles à peu près égaux, puis deux autres à peu près égaux entre eux, mais un peu plus petits que les deux premiers :

Chlorure de calcium.	Chlorure de strontium.	Chlorure de baryum. (8e infre du spectre visible).
14,0	13,2	14,2
13,6	13,4	14,2
12,3	11,4	13,0
11,6	11,7	13,0

» 2° En prenant pour base le spectre du chlorure de baryum additionné d'acide chlorhydrique (abstraction faite de δ_1 qui se place dans la série des raies alternes), se composant de deux premiers intervalles égaux, d'un troisième moitié moindre que les précédents et d'un quatrième égal aux premiers :

Chlorure de baryum. (8e infre du spectre visible.)	Chlorure de strontium.	Chlorure de calcium.
14,2	13,2	14,0
14,2	13,4	13,6
6,8	5,5	6,6
14,4	13,3	13,4

» Je crois que les rapprochements précédents démontrent suffisamment que nos trois spectres sont formés sur le même plan; maintenant doit-on comparer, au point de vue mécanique, les raies réellement correspon-

(1) Depuis ma dernière Communication, j'ai vérifié les longueurs d'ondulation des raies principales du chlorure de strontium et du chlorure de calcium. Les différences entre mes anciennes et mes nouvelles mesures n'ont atteint que les fractions du millionième de millimètre; cependant j'emploie dans la présente Note les derniers nombres trouvés.

dantes, qu'elles soient d'intensités comparables ou non dans les mêmes conditions expérimentales, ou bien doit-on comparer les raies telles que nous les voyons, et admettre, par exemple, que la force vive qui aurait dû produire dans le chlorure de baryum une raie correspondante à Sr.α635,0 s'est appliquée à la formation de la raie Ba.β1027,2 (8[e] inférieure), et que par conséquent c'est cette raie Ba.β qui doit entrer dans les calculs mécaniques relatifs à l'augmentation de λ, à mesure que la molécule augmente de poids? Il me semble que cette dernière manière de voir doit assez peu s'éloigner de la vérité. Ce doit être en effet le centre de gravité des forces appliquées qu'il importe de connaître, dans ce qui est relatif au calcul des effets mécaniques. Quant à expliquer pourquoi certaines raies se produisent de préférence à d'autres, il faut attendre d'avoir des documents plus abondants. C'est donc ici le cas d'appliquer un principe que j'avais ainsi formulé dans mon pli cacheté de 1865 : « Si on veut comparer deux » spectres au point de vue mécanique et sous le rapport des masses des » molécules qui les produisent, il faut considérer, non pas seulement deux » raies correspondantes, mais bien le *centre de gravité* du spectre entier. » C'est ce centre de gravité qui se porte de plus en plus vers le rouge à » mesure que la molécule devient plus lourde. » Prenons donc les centres de gravité de nos trois spectres : en considérant seulement les raies qui nous paraissent être mécaniquement équivalentes, et en éliminant d'abord, par cette raison, δ, (1) du chlorure de baryum, nous aurons :

	Chlorure de baryum.		Chlorure de strontium.	Chlorure de calcium.
	Harmonique $2n$ (visible).	Harmonique n (8[e] inférieure).	Harmonique n (visible).	Harmonique n (visible).
	531,2	1062,4	673,0	633,2
	524,1	1048,2	659,8	619,2
	517,0	1034,0	646,4	605,6
	513,6	1027,2	635,0	593,3
	506,4	1012,8	623,3	581,7
	2592,3	5184,6	3237,5	3033,0
Centres de gravité (2)..	518,46	1036,92	647,50	606,60

» Le rapport entre Sr647,50 et Ca606,60 est 1067,4, beaucoup plus faible

(1) La faiblesse de cette raie fait qu'elle a peu d'importance au point de vue mécanique.

(2) Comme l'ordre des intensités est à peu près le même dans les trois spectres, nous pouvons, je crois, considérer sans trop d'erreur, comme centres de gravité correspondants, les moyennes arithmétiques des positions des raies.

par conséquent que le rapport qui existe entre 1036,92 et 647,50; mais si nous multiplions le centre de gravité du chlorure de strontium, soit 647,50, par 1067,4, pour obtenir la position du centre de gravité que nous aurions été naturellement portés à attribuer au spectre du chlorure de baryum, d'après l'accroissement à peu près régulier du poids de l'atome, depuis le calcium jusqu'au baryum, nous obtenons 691,2, nombre qui se trouve précisément être le centre de gravité d'un harmonique dont l'ordre serait $\frac{3n}{2}$, c'est-à-dire que si le spectre visible du chlorure de baryum est le quatrième harmonique, et ceux du chlorure de strontium et du chlorure de calcium les deuxièmes de leurs notes fondamentales, le nouvel harmonique en serait le troisième. Le calcul indique qu'il serait constitué (toujours abstraction faite de δ_1) de la manière suivante :

		Différences.
γ	708,3	
α	698,8	9,5
δ_2	689,3	9,5
β	684,8	5,5
ε	675,2	9,6
	3456,4	
Centre de gravité...	691,28	

» Les différences ne sont que les deux tiers de celles des deuxièmes harmoniques; mais ne se pourrait-il pas qu'au point de vue mécanique, des harmoniques d'ordres différents pussent être équivalents, de même que nous avons vu que des groupes de raies d'ordres différents pouvaient être supposés produits par l'application de forces équivalentes? Il y aurait alternance de même genre dans l'ordre des harmoniques mécaniquement correspondants, et dans celui des raies. Si nous avions fait entrer δ_1 (1) dans le calcul du centre de gravité du chlorure de baryum, nous aurions trouvé, pour le coefficient qui relie les centres du chlorure de strontium et du chlorure de baryum (troisième harmonique), une valeur légèrement plus grande que pour celui qui relie le chlorure de strontium et le chlorure de calcium; nous aurions eu pour position du centre du troisième harmonique 691,7, valeur peu différente de 691,3.

» En résumé, nous voyons que, malgré de grandes analogies, le spectre du chlorure de baryum s'éloigne bien plus de celui du chlorure de stron-

(1) En prenant, au lieu de δ_2 seul, le centre des raies δ_1 et δ_2.

tium que celui-ci du chlorure de calcium. La marche des propriétés chimiques des trois métaux donne lieu à une remarque analogue. Il me reste à signaler une dernière et remarquable différence entre le spectre du chlorurure de baryum et ceux de ses congénères. Les bandes ombrées se dégradent vers le violet dans les chlorures de strontium et de calcium, tandis que c'est vers le rouge que se portent les ombrés lumineux dans le chlorure de baryum. Cet effet, déjà perceptible avec le chlorure de baryum additionné d'acide chlorhydrique, est très-frappant lorsqu'il n'y a pas eu addition d'un excès d'acide. La molécule de chlorure de baryum possède donc, par rapport à son mouvement de translation, une rotation de sens contraire à celle des molécules du chlorure de strontium et du chlorure de calcium. Ce fait, tout important qu'il soit, n'implique cependant pas, à mon avis, l'existence d'une différence de constitution moléculaire aussi essentielle qu'on pourrait peut-être le supposer. J'espère revenir plus tard sur ce point. »

M. **Montucci** adresse un supplément au Mémoire qu'il a soumis au jugement de l'Académie, le 23 août 1869, sur la « Recherche des racines des équations à trois termes de tous les degrés, à l'aide de la cubo-cycloïde ».

(Commissaires précédemment nommés : MM. Bertrand, Hermite, O. Bonnet.)

M. **A. de Lourmel** adresse quelques observations nouvelles, comme complément au travail sur le tir qu'il a soumis au jugement de l'Académie.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Piobert, Séguier, Morin.)

CORRESPONDANCE.

M. **Cornalia**, nommé Correspondant pour la Section d'Économie rurale, adresse ses remercîments à l'Académie.

L'**Académie de Stanislas, de Nancy**, adresse un exemplaire de ses Mémoires pour l'année 1868.

M. **le Directeur général des Douanes** adresse, pour la bibliothèque de l'Institut, un exemplaire de la nouvelle édition du « Tableau des droits d'entrée et de sortie, mis au courant jusqu'au 1er août 1869 ».

M. le Directeur de la Bibliothèque Nationale de Florence adresse à l'Académie le procès-verbal d'expertise, rédigé par la Commission qui a été chargée d'examiner la photographie envoyée par *M. Chasles*, comme étant la reproduction d'une nouvelle pièce autographe de Galilée.

Après avoir indiqué en détail les diverses preuves qui lui permettent d'affirmer que cette pièce est apocryphe, la Commission ajoute :

A toutes les remarques qui viennent d'être exposées, la Commission croit devoir ajouter que la Bibliothèque Nationale de Florence ne possède pas une seule Lettre autographe de Galilée postérieure à l'année 1637. On n'y rencontre, après cette date, qu'une seule signature de sa main, qui est évidemment la signature d'un aveugle : elle se trouve au bas d'une Lettre adressée par Galilée au prince Léopold de Médicis, le 13 mars 1639 *ab incarnatione* (c'est-à-dire 1640), Lettre qui a été publiée par Albéri dans le tome VII des OEuvres de Galilée, à la page 255.

La Commission est donc d'avis que la Lettre de Galilée à Rinuccini, du 5 novembre 1639, que M. Chasles semble regarder comme autographe, et dont il a envoyé à Florence une très-belle photographie le 22 juillet dernier, n'est pas plus de la main de Galilée que l'autre, expertisée précédemment. Elle croit donc inutile de procéder à de nouvelles expertises sur d'autres Documents semblables, dont la falsification est évidente.

Après la lecture de ce Rapport, **M. Chasles** s'exprime ainsi :

« Ce Rapport, dont M. le Secrétaire perpétuel vient de donner lecture après ma propre Communication, et dont je n'avais point été informé, ne renferme rien qui doive donner lieu à quelque modification de ce que je viens de dire à l'Académie. Il confirme le propre jugement de MM. Corridi et Guasti, dont j'ai eu connaissance il y a quelques jours, grâce à l'obligeante prévenance de M. Volpicelli. »

PHYSIQUE. — *Note sur les accouplements des piles en séries;* par **M. Th. du Moncel.**

« Dans deux Mémoires que j'ai présentés à l'Académie, les 4 et 25 juin 1860, j'avais démontré qu'en désignant par a (dans les batteries voltaïques disposées en séries) le nombre des groupes réunis en tension, et par b le nombre d'éléments réunis en quantité dans chaque groupe, on pouvait représenter l'intensité du courant résultant de cet assemblage par la formule

$$I = \frac{nE}{aR + br},$$

de laquelle on peut déduire que, le maximum de la valeur de I étant

atteint lorsque $a\mathrm{R} = br$, le nombre des groupes qu'il faut accoupler en tension, pour qu'une pile donnée puisse fournir à travers un circuit également donné r son effet le plus avantageux, est indiqué par la formule

$$a = \sqrt{\frac{nr}{\mathrm{R}}},$$

tandis que le nombre d'éléments de chaque groupe réunis en quantité est donné par la formule

$$b = \sqrt{\frac{n\mathrm{R}}{r}}.$$

» J'avais en même temps fait observer que chacun de ces accouplements, étant comparé algébriquement aux accouplements faits tous en tension ou tous en quantité, pouvait fournir deux limites auxquelles les intensités électriques deviennent égales de part et d'autre, et que ces limites étaient atteintes pour les accouplements par deux, par trois, par quatre, par cinq éléments réunis en quantité :

» 1° *Eu égard à la pile disposée en tension*, quand la résistance du circuit r est égale à la moitié, au tiers, au quart, au cinquième, etc., de la résistance totale de la pile;

» 2° *Eu égard à la pile disposée entièrement en quantité*, quand la résistance du circuit r est égale à la moitié, au tiers, au quart, au cinquième de la résistance d'un seul élément.

» Enfin je faisais voir qu'entre ces limites on peut avoir avantage à disposer la pile par séries de deux, trois, quatre, cinq, etc., éléments réunis en quantité, quand les valeurs de r, étant inférieures à $\frac{n\mathrm{R}}{2}$, à $\frac{n\mathrm{R}}{3}$, à $\frac{n\mathrm{R}}{4}$, à $\frac{n\mathrm{R}}{5}, \ldots$, sont cependant supérieures à $\frac{\mathrm{R}}{2}$, à $\frac{\mathrm{R}}{3}$, à $\frac{\mathrm{R}}{4}$, à $\frac{\mathrm{R}}{5} \ldots$.

» Toutefois ces résultats n'étant que la conséquence de la comparaison des combinaisons en séries avec les dispositions en tension et en quantité, rien ne pouvait indiquer si, en comparant entre elles les diverses dispositions en séries, on ne trouverait pas pour les valeurs limites de r (dans les conditions de maximum) des déterminations plus favorables à chacun des systèmes de groupements : c'est ce que j'ai entrepris dans ce nouveau travail.

» Cette fois, je pars des formules

$$a = \sqrt{\frac{nr}{\mathrm{R}}},\quad b = \sqrt{\frac{n\mathrm{R}}{r}},\quad \text{qui donnent}\quad r = \frac{a^2\mathrm{R}}{n} = \frac{n\mathrm{R}}{b^2},$$

et je cherche les valeurs de r correspondantes aux divers systèmes d'accouplements dans leurs conditions de maximum. Or je trouve

1° Que si $a = n$, r doit être égal à $n\mathrm{R}$;
si $a = \frac{n}{2}$, r doit être égal à $\frac{n\mathrm{R}}{4}$;
si $a = \frac{n}{3}$, r doit être égal à $\frac{n\mathrm{R}}{9}$;
si $a = \frac{n}{4}$, r doit être égal à $\frac{n\mathrm{R}}{16}$;
. . . .

2° Que si $b = n$, r doit être égal à $\frac{\mathrm{R}}{n}$;
si $b = \frac{n}{2}$, r doit être égal à $\frac{4\mathrm{R}}{n}$;
si $b = \frac{n}{3}$, r doit être égal à $\frac{9\mathrm{R}}{n}$;
Enfin si $b = \frac{n}{4}$, r doit être égal à $\frac{16\mathrm{R}}{n}$.

» On peut donc en conclure que les résistances du circuit extérieur, les plus favorables au groupement de la pile en éléments doubles, triples, quadruples, etc., *correspondent au chiffre de la résistance totale de tous les éléments dont se compose la pile, divisé par le carré du nombre d'éléments qui constitue chacun des groupes de ces différentes combinaisons.*

» En partant de ce principe, et du chiffre 931, qui représente la résistance d'un élément Daniell, exprimée en unités métriques de fil télégraphique de 4 millimètres, on trouve que, pour une pile Daniell de 12 éléments, les meilleures conditions de son emploi sont :

1° En 12 séries d'éléments simples	Quand $r = 11172$	mètres.
2° En 6 séries d'éléments doubles	Quand $r = 2793$	»
3° En 3 séries d'éléments triples	Quand $r = 1241$	»
4° En 4 séries d'éléments quadruples	Quand $r = 698$	»
5° En 2 séries d'éléments sextuples......	Quand $r = 310$	»
6° En 1 série de 12 élements en quantité.	Quand $r = 77$	»

» En prenant la question sous un autre point de vue, on reconnaît également que, quand r est égal à $n\mathrm{R}$, à $\frac{n\mathrm{R}}{2}$, à $\frac{n\mathrm{R}}{3}$, à $\frac{n\mathrm{R}}{4}$,..., à R, à $\frac{\mathrm{R}}{2}$, à $\frac{\mathrm{R}}{3}$, à $\frac{\mathrm{R}}{4}$,..., a ne correspond pas à n, à $\frac{n}{2}$, à $\frac{n}{3}$, à $\frac{n}{4}$,..., comme sembleraient

l'indiquer les limites dont nous avons parlé, mais à n, à $\frac{n}{\sqrt{2}}$, à $\frac{n}{\sqrt{3}}$, à $\frac{n}{\sqrt{4}}, \ldots,$ $\sqrt{n}, \sqrt{\frac{n}{2}}, \sqrt{\frac{n}{3}}, \ldots,$ de même que $b = 1, \sqrt{2}, \sqrt{3}, \sqrt{4}$, etc.

» Dans les Mémoires dont j'ai parlé en commençant, j'ai indiqué les valeurs de a et de b correspondant à une intensité donnée I : ces formules sont

$$a = \frac{2\mathrm{I}r}{\mathrm{E}}, \quad b = \frac{2\mathrm{IR}}{\mathrm{E}}.$$

Mais il faut, pour qu'elles soient applicables, que r soit inférieur à nR. Car ce n'est que dans le cas où b a une valeur supérieure à l'unité, que le maximum est atteint avec $a\mathrm{R} = br$.

» Il est du reste facile, sans le secours du calcul différentiel, de démontrer que le maximum de la valeur de I, dans l'expression de l'intensité des piles en séries, est obtenu quand $a\mathrm{R} = br$. En effet, si l'on ramène à une même variable a les différents facteurs qui entrent dans cette formule, nous voyons que quand $a\mathrm{R} = br$, $a\mathrm{R} + br = 2a\mathrm{R}$. Si l'on fait maintenant varier les accouplements, sans changer la valeur de r ni de n, on aura, pour un autre accouplement, $a'\mathrm{R} + b'r$, et si l'on rend b' fonction de a', cette expression devient $\frac{a'^2\mathrm{R} + nr}{a'}$. Mais comme on a aussi

$$\frac{a^2\mathrm{R} + nr}{a} = 2a\mathrm{R} \quad \text{ou} \quad a^2\mathrm{R} + nr = 2a^2 r,$$

on en tire $r = \frac{a^2\mathrm{R}}{n}$, et, en substituant cette valeur de r dans la première expression, elle devient enfin

$$\mathrm{R}\left(\frac{a^2}{a'} + a'\right),$$

qui représente le dénominateur de la fraction exprimant la valeur de I avec le nouvel arrangement de la pile, arrangement dans lequel $a'\mathrm{R}$ n'est pas égal à $b'r$. Or il est facile de voir que cette expression, quelque valeur qu'on donne à a', soit au-dessus, soit au-dessous de a, ne peut jamais être aussi petite que $2a\mathrm{R}$. En effet, si l'on suppose a' plus petit que a, il existera toujours une quantité t *plus grande que* 1, qui, en multipliant a', pourra rendre cette dernière égale à a; de sorte qu'on aura alors $a' = \frac{a}{t}$, et, en substituant cette valeur dans la dernière expression que nous avons obtenue,

elle deviendra

$$(1) \qquad R\left(at + \frac{a}{t}\right) \quad \text{ou} \quad \left(t + \frac{1}{t}\right)aR \quad \text{ou} \quad \left[2 + \frac{(t-1)^2}{t}\right]aR.$$

Or, comme t est plus grand que 1, cette expression sera toujours plus grande que $2aR$.

» En supposant a' plus grand que a, on arriverait au même résultat, car en divisant a' par un facteur t' plus grand que l'unité, on pourrait toujours rendre a' égal à a, de sorte que l'on aurait $a' = at$; or la substitution de cette valeur dans notre formule la ferait devenir

$$(2) \qquad R\left(\frac{a}{t'} + at'\right) \quad \text{ou} \quad \left[2 + \frac{(t'-1)^2}{t'}\right]aR.$$

» Il n'y a donc que quand $a' = a$ que l'expression devient minima, c'est-à-dire $2aR$. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur la nature des produits de la fermentation de la glycérine par les microzymas; par* **M. A. Béchamp.**

« Dans de précédentes Communications (1) j'ai étudié la fermentation de l'alcool éthylique et de l'alcool méthylique. Il m'a paru intéressant d'étudier, au même point de vue, en me plaçant dans les mêmes conditions, la fermentation des alcools dits *polyatomiques*. La glycérine est un de ceux-ci. M. Redtenbacher l'a vue se transformer en acide propionique sous l'influence de la levûre de bière, ce qui a paru très-simple, puisque l'acide propionique représente la glycérine moins 2 équivalents d'eau :

$$\underbrace{C^6H^5O^3, 3HO}_{\text{Glycérine.}} = \underbrace{C^6H^5O^3, HO}_{\text{Acide propionique.}} + 2HO.$$

» M. Berthelot (2), de son côté, l'a montrée produisant de l'alcool au contact du carbonate de chaux (craie) et d'une matière animale (bromure mou et tissu pancréatique). En réalité, le phénomène peut être beaucoup plus compliqué, ainsi que je vais essayer de le démontrer.

» J'ai surtout employé le mélange suivant :

(1) *Comptes rendus*, t. LXVII, p. 558, et t. LXIX, p. 210.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LVII, p. 346.

Glycérine purifiée	250	grammes.
Craie de Sens (à microzymas bien mobiles)	125	»
Viande de mouton bien hachée, lavée, fraîche et humide	30	»
Eau	3000	centimètres cubes.

» L'appareil étant aussitôt muni de son tube abducteur, la température de l'étuve étant de 35 à 40 degrés, on constate, dès le lendemain, un dégagement gazeux, lent, mais régulier. J'insisterai plus loin sur la nature des gaz dégagés. Huit mois après le commencement de l'expérience, on y a mis fin. Le produit de la réaction possède une odeur aromatique pénétrante, semblable à celle de la fermentation de l'alcool. La liqueur, filtrée et légèrement acide, a été distillée pour séparer les produits alcooliques. Le résidu de cette première distillation, exactement décomposé par l'acide oxalique, a été à son tour distillé. Les acides volatils passent, la glycérine non consommée par le ferment et les produits fixes restent dans l'appareil. Les acides volatils étant transformés en sels de soude, sont ensuite isolés et séparés par les procédés connus.

» Dans cette opération, 80 grammes de glycérine avaient échappé à la réaction. Les 30 grammes de matière animale contenaient $6^{gr},5$ de matière sèche; j'en ai retrouvé $4^{gr},9$ également desséchée à 100 degrés. Ainsi, pour 170 grammes de glycérine consommée, il n'y en a que $1^{gr},6$ de matière animale.

» Les ferments étaient représentés par les microzymas de la craie et de petites bactéries, évidemment différentes du *B. termo* (1).

» Plusieurs opérations, faites dans les mêmes conditions, pour environ 450 grammes de glycérine transformée, ont fourni :

Alcool absolu mêlé d'alcools supérieurs	148	grammes.
Acide acétique	8	»
» distillant de 138 à 144 (propionique)	32	»
» » de 158 à 165 (butyrique)	53	»
» » de 175 à 182 (valérique)	21	»
» » de 200 à 220 (caproïque, etc.)	18	»

» *Remarque I.* — La partie alcoolique des produits de la réaction a été rectifiée sur le carbonate de soude et sur la soude caustique, dans le but

(1) Dans une opération semblable à la précédente, mais où la viande avait été remplacée par les parties solubles dans l'eau froide et bien filtrées de 250 grammes de viande, les ferments n'étaient autres que les *Microzyma cretæ* augmentés en nombre et en agilité.

de détruire les éthers qui pouvaient s'être formés. Indépendamment de l'alcool ordinaire, j'ai ainsi isolé des produits insolubles dans l'eau, la surnageant, dont l'étude sera ultérieurement faite.

» *Remarque II.* — Je n'ai caractérisé les acides gras odorants que par leur point d'ébullition, voulant plus tard les étudier pour déterminer leur identité et les comparer avec les acides normaux, naturels ou artificiels, de même nature. Les poids que j'ai inscrits ci-dessus ne peuvent évidemment être qu'approchés; mais ils suffisent pour exprimer le sens général du phénomène.

» *Remarque III.* — Dans la fermentation caproïque, etc., de l'alcool éthylique, il se dégage de l'hydrure de méthyle. Dans celle de la glycérine, de l'alcool se produit, et l'on peut se demander si les acides gras odorants ne sont pas formés, par une action secondaire, aux dépens d'une partie de cet alcool. S'il en était ainsi, le gaz des marais devrait se trouver parmi les gaz dégagés. J'ai donc analysé le mélange gazeux obtenu. La première chose qui frappe, c'est la variation du rapport entre l'acide carbonique et la partie non absorbable par la potasse : le tableau suivant en donne une idée. Une opération ayant été mise en train le 28 août, on trouve :

	2 septembre.	3 sept.	5 sept.	9 sept.	11 sept.
Acide carbonique.	57	59	64	80	85
Gaz non absorbable par KO	43	41	36	20	15
	100	100	100	100	100

» L'analyse eudiométrique de la partie non absorbable par la potasse de l'un de ces mélanges (du 11 septembre) a donné :

Gaz privé d'acide carbonique	71
Oxygène	42
Reste après la détonation	28
Reste après la potasse	27,5
Reste après l'acide pyrogallique (azote)	14

» Il n'y a donc pas de gaz carburé, et le rapport entre le volume du gaz combustible et celui de l'oxygène consommé est bien :: 2 : 1. Le gaz non absorbable n'est qu'un mélange d'hydrogène et d'azote; c'est donc bien la glycérine qui fournit les éléments des acides.

» *Remarque IV.* — On peut toujours objecter que la matière animale concourt à la formation des produits de ces sortes de fermentations. Je ferai seulement observer, ainsi que je l'ai déjà fait à propos de la fermentation de l'alcool, que, si l'on considère la petite quantité de matière animale con-

sommée et l'abondance des acides formés, chacun en particulier contient plus de carbone que n'en contenait celle-là. La matière albuminoïde a certainement une fonction dans le phénomène, mais seulement comme l'aliment plastique des microzymas, et l'on doit considérer qu'elle ne fournit, directement au moins, aucun de ses éléments à la formation des nombreux composés que j'ai signalés. Les produits des fermentations sont *fonction* des actes chimiques qui s'accomplissent dans l'être qui se nourrit, et en somme tous les matériaux de cet être concourent, avec la matière fermentescible, à la génération de ces produits qui n'en sont que les termes désassimilés.

» *Remarque V.* — La question de savoir si l'acide carbonique qui se dégage dans cette fermentation provient exclusivement du carbonate de chaux, comme dans celle de l'alcool, n'est pas tranchée par ce qui précède. J'ai disposé des expériences pour la résoudre.

» Dans un prochain travail, je ferai connaître ce que deviennent la mannite et le glycol dans les mêmes circonstances. »

La séance est levée à 4 heures. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 6 septembre 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

La vie et les ouvrages de Denis Papin; par MM. L. DE LA SAUSSAYE, Membre de l'Institut, *et* A. PÉAN, t. I[er], 1[re] partie. Paris et Blois, 1869; 1 vol. in-8°.

Chauffage des vins et confection des vinaigres; par M. L. PASTEUR, Membre de l'Institut. Dijon, 1869; br. in-8°.

Bulletin de la Société d'Agriculture, Sciences et Arts de la Sarthe, 2[e] série, t. XI, 1869-1870, 2[e] trimestre de 1869. Le Mans, 1869; in-8°.

Mémoires de la Société impériale d'Agriculture, Sciences et Arts d'Angers, t. XI, n[os] 2 à 4; t. XII, n[os] 1 et 2. Angers, 1869; 3 brochures in-8°.

Mémoires de la Société académique d'Agriculture, des Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de l'Aube, t. V, 3[e] série, année 1868. Troyes, 1869; grand in-8°.

Organisation de la Société académique d'Agriculture, des Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de l'Aube, 6e édition. Troyes, 1869; in-8°.

Nouveau Dictionnaire de Médecine et de Chirurgie pratiques, publié sous la direction du Dr JACCOUD, t. XI, DELIR-DYSE. Paris, 1869; in-8°.

Étude sur l'acier. Examen du procédé Heaton; par M. GRUNER. Paris, 1869; in-8°.

Notes paléontologiques; par M. E. DESLONGCHAMPS, 7e article, contenant la suite du *Prodrome des Téléosauriens du Calvados*, feuilles 14 et 15, avec planche. Caen et Paris, 1869; in-8°.

Description d'un individu de la Dermatemys mawi, *espèce américaine de la famille des* Élodites; *par* M. A. PREUDHOMME DE BORRE. Bruxelles, 1869; br. in-8°.

Description d'une nouvelle espèce américaine du genre Caïman (Alligator); *par* M. A. PREUDHOMME DE BORRE. Bruxelles, 1869; brochure in-8° avec planche.

Conférences faites à la Faculté des Sciences de Bordeaux : De la régénération des vers à soie par l'éducation en plein air, et de l'hygiène des hôpitaux en temps d'épidémie; par M. JEANNEL. Paris, 1869; br. in-18.

Sériciculture. Magnaneries en plein air de M. le Dr E. GINTRAC, *Directeur de l'École de Médecine de Bordeaux. Rapports de* M. MICÉ. Bordeaux, 1869; br. in-8°. (2 exemplaires.)

Sur la dilatation apparente du mercure, etc.; par M. J. BOSSCHA. Sans lieu ni date; opuscule in-8°. (Extrait des *Archives néerlandaises.*)

Sur la dilatation absolue du mercure d'après les expériences de M. Regnault; par M. J. BOSSCHA. Sans lieu ni date; opuscule in-8°. (Extrait des *Archives néerlandaises.*)

Sur la nature des liquides renfermés dans certains minéraux; par MM. H. VOGELSANG *et* H. GEISSLER. Delft, 1869; opuscule in-8°. (Extrait des *Archives néerlandaises.*)

Encore M. Board et le Conseil général de l'Aveyron érigé en congrégation de l'Index; par M. L. VIALLET. Toulouse, sans date; br. in-8°.

Annuario... *Annuaire de l'Institut royal Lombard des Sciences et des Lettres*, 1868. Milan, 1868; in-12.

Solenni... *Réunion solennelle de l'Institut royal Lombard des Sciences et des Lettres, du 7 août* 1868. Milan, 1868; in-8°.

Memorie... *Mémoires de l'Institut royal Lombard des Sciences et des Lettres. Classe des Sciences mathématiques et naturelles*, t. XI, 1er fascicule. Milan, 1868; in-4° avec planches.

Reale... *Institut royal Lombard des Sciences et des Lettres. Comptes rendus*, 2e série, t. I, fascicules 11 à 20; t. II, fascicules 1 à 10. Milan, 1868 et 1869; 20 brochures in-8°.

Cosmogonia... *Cosmogonie. Étude sur les divers systèmes de la création de l'univers, etc.*; *par* M. T.-C. DE MOSQUERA. Lima, 1868; in-4°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 13 septembre 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

Couservation des vins. Lettre de M. PASTEUR *à M. Quesneville*. Paris, 1866; br. in-8°.

Considérations sur l'enseignement agricole en général et sur l'enseignement agronomique au Muséum d'Histoire naturelle en particulier; par M. E. CHEVREUL, 1re section : *Considérations générales sur l'enseignement agricole*. Paris, 1869; br. in-8°.

Paléontologie française, etc. Terrain jurassique, livr. 18 : *Échinodermes; par* M. G. COTTEAU. Texte, feuilles 10 à 12; Atlas, planches 37 à 48. Paris, 1869; in-8°.

Mémoires de l'Académie de Stanislas, 1868. Nancy, 1869; in-8°.

Le Mexique considéré au point de vue médico-chirurgical; par M. le Dr L. COINDET. Paris, 1867 à 1869; 3 vol. in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Chute de Moïse et des potentats religieux, etc.; par M. A. S. B. Lyon, 1869; in-12.

Annales industrielles, publiées par MM. FRÉDUREAU, H. DE CHAVANNES *et* A. CASSAGNES, liv. 13 à 17. Paris, 1869; in-4° avec atlas in-folio.

Proceedings... *Comptes rendus de l'Association américaine pour l'avancement des Sciences, seizième assemblée tenue à Burlington en août* 1867. Cambridge, 1868; in-8°.

Proceedings... *Procès-verbaux de la Société d'Histoire naturelle de Portland*, t. I, 2e partie. Portland, 1869; in-8°.

Proceedings... *Procès-verbaux de l'Association américaine pharmaceutique, et seizième réunion annuelle tenue à Philadelphie en septembre* 1868. Philadelphie, 1869; in-8°.

Proceedings... *Procès-verbaux de l'Académie des Sciences naturelles de Philadelphie*, janvier à décembre 1868, nos 1 à 6. Philadelphie, 1868; 6 brochures in-8°.

Journal... *Journal de l'Académie des Sciences naturelles de Philadelphie,* nouvelle série, t. VI, 3e partie. Philadelphie, 1869; in-4° avec planches.

Proceedings... *Procès-verbaux de la Société philosophique américaine*, t. X, nos 78 et 79. Philadelphie, 1867-1868; 2 brochures in-8° avec planches.

Forty-ninth... *Quarante-neuvième Rapport annuel des Contrôleurs des écoles publiques du premier district scolaire de Penna, comprenant l'année* 1867. Philadelphie, 1868; in-8°.

Observations... *Observations sur le genre* Unio, *avec la description de nouvelles espèces appartenant à la famille des Unionides, et des descriptions de nouvelles espèces de Mélanides et de Paludines; par* M. Isaac LEA, t. XII. Philadelphie, sans date; in-4° avec planches.

Annual... *Rapport annuel du Conseil des régents de l'Institution Smithsonienne pour* 1867. Washington, 1868; in-8° relié.

Monthly... *Rapport mensuel du Commissaire spécial du revenu, chargé du bureau de Statistique au Ministère des Finances.* Washington, 1869; in-4°.

An... *Discours prononcé par* M. J. QUINCY-ADAMS, *en présence de la Société Astronomique de Cincinnati, à l'occasion de la pose de la première pierre de l'Observatoire astronomique le* 10 *novembre* 1843. Cincinnati, 1843; br. in-8°.

The... *Discours prononcé à la réunion annuelle de la Société Astronomique de Cincinnati en juin* 1845. Cincinnati, 1845; br. in-8°.

Annuel... *Rapport annuel des Curateurs du Musée de zoologie comparée au* Harvard College *de Cambridge, avec le Rapport du Directeur pour* 1868. Boston, 1869; br. in-8°.

Memoirs... *Mémoires lus à la Société d'Histoire naturelle de Boston*, formant une nouvelle série du *Journal d'Histoire naturelle de Boston*, t. I, 4e partie. Boston, 1869; in-4° avec planches.

Proceedings... *Procès-verbaux de la Société d'Histoire naturelle de Boston,* novembre 1846, juin, juillet et août 1847, juin 1868 à mars 1869. Boston, 1847 à 1869; 21 feuilles in-8°.

Entomological... *Correspondance entomologique de* T.-W. HARRIS, *éditée par* M. S. SCUDDER. Boston, 1869; in-8° relié, avec portrait.

Proceedings... *Procès-verbaux de l'Académie américaine des Arts et des Sciences*, t. VII, mai 1865 à mai 1868. Boston et Cambridge, 1868; in-8°.

Proceedings... *Procès-verbaux de l'Institut d'Essex*, t. V, nos 7 et 8. Salem, 1868; 2 br. in-8°.

Annals... *Annales du Lycée d'Histoire naturelle de New-York*, t. IX, nos 1 à 4. New-York, 1868; in-8°.

Investigations... *Recherches statistiques, militaires et anthropologiques des soldats américains (guerres de la rébellion); par* M. B. APTHORP-GOULD, *Mémoires recueillis et publiés par la Commission sanitaire*. New-York, 1869; in-8° relié.

The... *Le Naturaliste américain. Magasin populaire et illustré d'histoire naturelle*, t. II, mars 1868 à février 1869, n°s 1 à 12. Salem, 1868 et 1869; in-8°. (Publié par l'Académie des Sciences Peabody.)

Memoirs... *Mémoires de l'Académie des Sciences Peabody*, t. I, n° 1. Salem, 1869; grand in-8°.

Observations... *Observations magnétiques et météorologiques faites à l'Observatoire du Collége de la Trinité de Dublin, publiées sous la direction de* M. M. HUMPHREY-LLOYD, t. II, 1844-1850. Dublin, 1869; in-4° relié.

ERRATA.

(Séance du 16 août 1869.)

Page 470, ligne 8, *au lieu de* nitrotoluène cristallisé, *lisez* bromotoluène cristallisé.

Page 473, ligne 3, *au lieu de* Un nitrotoluène fusible à + 66° C., *lisez* Un nitrotoluène fusible à + 54° C.

Page 473, ligne 4, *au lieu de* Une toluidine fusible à + 35° C., *lisez* Une toluidine fusible à + 45° C.

(Séance du 6 septembre 1869.)

Page 644, ligne 15, *au lieu de* les raisins de la vigne, *lisez* les racines de la vigne.

COMPTE RENDU
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 SEPTEMBRE 1869.

PRÉSIDENCE DE M. CHEVREUL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. Dumas demande à faire quelques observations, après la lecture du procès-verbal et à son occasion.

« J'ai écouté, dit-il, avec la plus scrupuleuse attention la Communication faite par l'honorable M. Chasles à la dernière séance. Elle ne m'a pas semblé répondre d'une manière suffisante à la situation. J'en ai fait l'observation à notre savant confrère, mais il a désiré que sa Note fût imprimée sans changement dans les *Comptes rendus;* il était dans son droit, et le Secrétaire perpétuel s'est conformé à ses intentions. Cependant, je considère comme un devoir d'expliquer publiquement ma pensée.

» Il faut qu'on le sache et que nos *Comptes rendus* en gardent la trace dans le double intérêt de l'Académie et de l'Histoire des sciences, depuis longtemps, presque tous les Membres de l'Académie sont convaincus que M. Chasles est victime d'une fraude, et, pour mon compte, je n'en ai jamais douté. Mais notre honoré confrère *connaissant seul et voulant seul connaître la source d'où émanaient les Pièces qu'il produisait*, l'Académie, par déférence pour son caractère, a laissé se prolonger devant elle une discussion qu'elle ne supportait qu'avec impatience et douleur.

» Les Membres de l'Académie avaient été consultés, en effet, individuellement, sur la nécessité de mettre un terme à ce débat, et s'étaient rangés avec empressement à cet avis. Notre illustre confrère, M. Chevreul, l'appuyait par des motifs qu'il appartient à sa haute raison de développer. Celui qui en avait pris l'initiative s'est arrêté devant l'émotion de M. Chasles, et il garderait le silence encore aujourd'hui, si la dignité de l'Académie eût été dégagée par la dernière déclaration de notre confrère.

» Mais cette déclaration ne tient pas compte du tort moral que Newton et Huyghens ont subi, de l'offense dont ils ont droit de se plaindre.

» Le voile étant déchiré, on aurait voulu entendre M. Chasles affirmer qu'il considérait la discussion comme close, et qu'il ne lui restait pas l'apparence d'un doute sur le caractère des deux savants mis si injustement en cause par lui.

» On peut se tromper, on peut être trompé; mais du moment où notre éminent confrère reconnaissait que les accusations qu'il avait portées devant l'Académie et devant le monde savant, contre Newton et contre Huyghens, reposaient sur des Pièces fabriquées, ne devait-il pas, avant tout, réparation à deux mémoires dignes de respect et cruellement compromises?

» N'était-il pas sûr de trouver de l'écho dans toutes les consciences, s'il eût témoigné à la fois de son regret d'avoir troublé le repos de ces grands hommes, et de son chagrin d'avoir pesé leur honneur dans la balance d'un faussaire?

» Dans la dernière séance, notre savant confrère s'est surtout attaché à démontrer sa bonne foi. Mais avait-elle jamais été contestée?

» Il a oublié, qu'il me permette de le dire, ce qui était dû à Huyghens, l'honneur de sa patrie; à Newton, l'honneur de l'humanité.

» L'Académie voudra protester contre cet oubli. Elle fermera cette discussion regrettable, mais elle ne peut pas demeurer solidaire de la conclusion de notre savant confrère, qui ne consent pas encore à absoudre ceux qu'il accusait. S'il croit *qu'il reste un mystère à pénétrer, et que jusque-là il n'y a rien à conclure*, qu'il reste du moins seul à le croire.

» Nous qui voyons, d'un côté, comme accusés, Newton et Huyghens, de l'autre, comme uniques témoins, des pièces fausses et des faussaires, nous ne pouvons plus garder ces ménagements qui nous fermaient la bouche jusqu'ici. Nous ne refuserons pas à ces grands hommes la justice qu'on accorderait au moindre des citoyens. Quand notre conscience nous crie que le procès est jugé, notre devoir est de le proclamer, car nous sommes les défenseurs de la vérité et les gardiens de l'honneur de la science.

» Convaincue que ce n'est jamais impunément qu'on rabaisse ce qui est grand, c'est avec joie, du moins telle est ma pensée, que l'Académie des sciences de l'Institut de France s'associe à l'Angleterre et à la Hollande pour dire que Newton et Huyghens n'ont rien souffert de cette tentative, ni dans leur gloire, ni surtout dans leur dignité. »

M. Chevreul prend alors la parole et s'exprime comme il suit :

« Notre honorable confrère M. Chasles possède des milliers de Documents concernant les sciences, les lettres, la philosophie et l'histoire politique même.

» Il en a détaché un certain nombre, dans l'intérêt de l'histoire des sciences, qu'il a communiqués à l'Académie à partir des premiers jours de juillet 1867. Certes, personne n'accusera ses collègues d'indifférence pour la science, ni d'intolérance à l'égard des opinions qui ne sont pas les leurs. Eh bien! après plus de deux ans, notre confrère, dans la séance précédente (du 13 de septembre), dit que le vendeur de ses Documents a été arrêté sur une déclaration qu'il a faite à M. le Préfet de police. Cette Communication, reproduite dans le *Compte rendu*, se termine par la phrase suivante : *Il y a donc un mystère à pénétrer, et jusque-là il n'y a rien à conclure* AVEC CERTITUDE : conclusion que je conçois de la part de M. Chasles, pourvu qu'elle soit limitée aux Documents qu'il n'a pas communiqués à l'Académie, mais que j'avoue ne pas comprendre si elle s'étend à ceux qui l'ont été.

» Est-il désirable, dans la circonstance actuelle, que les Membres de l'Académie qui ont une conviction prononcent hautement leur opinion?

» Je le pense *dans l'intérêt de la vérité*, qui aussi est celui *de la justice, de la morale et de la dignité de l'Académie*.

» *La vérité avant tout* est, à mon sens, un principe qu'aucun intérêt ne doit voiler; mais, plus les conséquences qu'une vérité entraîne *dans un cas donné* ont de gravité, plus les preuves sont nécessaires pour en démontrer la réalité avant de la *proclamer comme telle*.

» C'est la gravité des conséquences qu'entraînait l'*authenticité des Documents soumis à l'Académie*, si elle eût été prouvée, qui me suggère les réflexions que j'ai l'honneur de soumettre à mes confrères, y compris M. Chasles lui-même, auquel je m'adresse particulièrement, pour qu'il apprécie lui-même les raisons qui me font adhérer à l'expression des sentiments de M. le Secrétaire perpétuel.

» La *vérité* de l'authenticité des Documents n'aurait pas eu seulement pour conséquence de frapper des gloires plus que séculaires, d'enlever à Newton et à Huyghens les plus beaux fleurons de leurs couronnes, mais elle les aurait atteints dans leur caractère, dans leur sens moral; elle aurait, en outre, sinon flétri, du moins compromis d'autres noms des plus honorables dans leur loyauté, en montrant ceux qui les portaient comme des envieux foulant aux pieds la gloire nationale à l'avantage de la gloire étrangère!

» Voilà pour le passé.

» Voici pour l'avenir :

» L'histoire des sciences, les Notices biographiques prononcées au sein des Académies, leurs procès-verbaux, et même les publications originales, auraient perdu toute certitude, et *une prime* d'un caractère nouveau eût été offerte à tout faussaire qui se serait cru assez habile pour composer mystérieusement, à loisir, un ensemble de Pièces, toutes concordantes, qui, à un certain jour de son choix, serait venu compromettre ce qu'on avait jusque-là considéré comme une vérité incontestable! Et la profonde modification de l'histoire de la gravitation, venant après plus d'un siècle et demi, eût été un avertissement bien grave, donné à tout esprit sérieux qui aurait pensé à écrire sur l'histoire des sciences.

» On a considéré, depuis 1789, l'*invention* comme une *propriété* qui, à ce titre, devait profiter à ses auteurs. De cette considération est sortie la *loi sur les brevets d'invention*. Il y a peu d'années, des Commissions ont été nommées par le Gouvernement pour examiner à quel point la *propriété littéraire* peut correspondre légalement à la propriété ordinaire. Enfin, lorsque les relations sociales ont été si profondément modifiées depuis un demi-siècle par la science, dont l'expression la plus élevée du pays est l'Académie des Sciences de l'Institut de France! lorsque cette Compagnie intervient de tant de manières dans l'intérêt des choses et des personnes de la société actuelle, si elle se disait *incertaine* après un débat de plus de deux ans sur le nom du véritable auteur de la découverte de la gravitation, ce serait déclarer au monde savant, que dis-je? au monde entier, son incompétence en matière de science, et méconnaître à la fois celle de ses attributions qui est une des raisons de son institution!

» Je me résume donc en disant :

» Si, après plus de deux ans que l'Académie est occupée de débats relatifs à l'auteur de la découverte de la loi de gravitation, débats auxquels l'Angleterre et l'Italie ont pris la part la plus vive,

» Si, après que le vendeur de Documents, sur la déclaration même de M. Chasles, a été arrêté comme *faussaire*,

» L'Académie laissait penser que, incertaine encore, elle n'a pas d'opinion faite, elle abdiquerait son autorité scientifique devant le pays et devant tous les corps savants du monde civilisé.

» Telles sont les raisons de mon adhésion donnée aux sentiments exposés par M. le Secrétaire perpétuel, sentiments partagés, j'ose le dire, par un grand nombre de nos collègues, qui, plus d'une fois, m'avaient témoigné de leur désir que je les exprimasse à l'Académie : mais toujours une estime aussi vive qu'affectueuse pour M. Chasles m'en a empêché.

» Mais aujourd'hui tout est changé, depuis que notre confrère a annoncé, en séance publique de l'Académie, que, sur sa déclaration à M. le Préfet de police, son vendeur d'autographes avait été arrêté!

» Entendre dire, après un pareil fait, qu'*il n'y a rien à conclure avec certitude*, voilà ce que je ne puis comprendre, en me rappelant les phases principales des débats.

» Que disent les Documents, contrairement à l'Histoire?

» Qu'il a existé des relations scientifiques entre Pascal et Newton ;

» Qu'elles remontaient à une époque où le géomètre anglais était encore enfant ;

» Que Pascal lui communiqua des découvertes ignorées des géomètres français, parmi lesquelles se trouvait *la loi de la gravitation universelle;*

» Que Newton, non-seulement employa tous les moyens possibles pour cacher ses relations avec Pascal, mais encore qu'il en parlait si mal que Louis XIV, indigné, lui fit demander une rétractation par l'intermédiaire de Jacques II.

» L'authenticité de ces Documents a été attaquée, dans cette Académie et au dehors, sous le double rapport de la forme littéraire et du fond scientifique.

» Et comment se fait-il qu'après vous être refusé à reconnaître la justesse de ces critiques, vous veniez, cher confrère, annoncer que vous avez été trompé par le vendeur de ces prétendus autographes, et ajouter qu'en définitive *il n'y a rien à conclure avec certitude!* de sorte que les choses seraient ce qu'elles étaient au commencement des débats!

» Eh bien! cher confrère, permettez-moi de le dire, c'est là ce que nous ne pouvons admettre, et les voix toutes amies qui s'élèvent aujourd'hui dans l'Académie vous prient de vous joindre à elles pour proclamer qu'il y a *certitude acquise que les Documents allégués pour abaisser la gloire de Newton et de Huyghens sont faux!* »

M. Chasles demande la parole, et s'exprime ainsi :

« La lecture de M. le Secrétaire perpétuel me cause un profond étonnement, car rien ne pouvait me la faire prévoir. Nous n'avons eu aucun entretien dans notre dernière séance, à la suite de ma Communication; mais le lendemain, après que j'en avais envoyé le texte à l'imprimerie, M. Manière est venu m'apporter une Lettre de M. le Secrétaire perpétuel, par laquelle il me disait que plusieurs de nos confrères lui avaient exprimé le regret que je fusse entré dans des *détails circonstanciés*, et qu'ils auraient désiré que je fisse mention seulement de l'*état de la question*. Il ajoutait qu'à la séance de ce jour *nous aurions une protestation*, que j'éviterais si je me bornais à *une simple déclaration*.

» Ainsi M. le Secrétaire perpétuel paraissait blâmer des détails circonstanciés; mais comment aurais-je pu, sans ces détails, faire connaître à l'Académie l'état de la question. Il craignait une protestation, mais sans me dire sur quel point elle pourrait porter. Il demandait une simple déclaration, mais sur quel point encore?

» Il y avait là assurément une énigme pour moi. Aussi je répondis sur-le-champ (et M. Manière voulut bien emporter ma Lettre) que ma Note était parfaitement conforme à la vérité, et que je ne voyais pas ce qui pourrait donner matière à une protestation; que je ne pouvais pas, aveuglément et sans en connaître aucun motif, la supprimer; que ce serait là une mesure trop inattendue, qui étonnerait nos confrères et le public, dont je ne saurais dire la cause, et qui donnerait lieu à tous les commentaires et interprétations que chacun se plairait à imaginer.

» Plus tard, vers 3 heures, je me suis présenté à la Monnaie, chez M. le Secrétaire perpétuel. C'était une visite de politesse; et, sans que je me permisse aucune question, je pouvais espérer qu'il voudrait bien jeter quelque lumière dans mon esprit sur la protestation qu'il paraissait prévoir. Il m'a dit simplement, et sans paraître faire allusion ni à Newton, ni à Huyghens, dont les noms n'ont pas été prononcés, que l'on pourrait croire que je ne regardais pas la discussion comme terminée. Voilà la seule observation que j'ai recueillie : ce à quoi j'ai répondu que je n'avais nullement l'intention de prolonger la discussion, et que ce ne serait que si la nécessité m'en était faite par quelque Membre, que je prendrais la parole. M. Dumas a paru satisfait de cette réponse et de mes intentions, et moi-même j'ai été complétement satisfait de l'accueil qu'il m'a fait et de la manière dont nous nous sommes quittés. J'étais donc bien éloigné de prévoir ce qui vient d'avoir lieu de la part de M. Dumas. Car si nous avions été en

dissentiment sur un point quelconque; si j'avais dû m'attendre à une discussion, et penser que ce serait lui-même qui ferait une protestation, j'aurais apporté ici aujourd'hui, on le conçoit, les deux Lettres que je viens d'invoquer de souvenir, et dont la simple lecture m'aurait suffi pour édifier l'Académie. J'espère que l'Académie me permettra d'en mettre le texte même sous ses yeux. La lumière doit se faire complétement sur un incident aussi grave, aussi imprévu. Un devoir sacré de justice pour tous l'exige. »

Monsieur et cher confrère,

A la séance d'hier, plusieurs de nos confrères m'ont témoigné le regret que vous ayez cru nécessaire de donner des détails aussi circonstanciés sur la situation qui vous est faite par le malheureux qui a surpris votre bonne foi. Ils insistaient pour que le *Compte rendu* fît mention seulement d'une déclaration de votre part, indiquant l'état de la question. J'ai attendu que vous eussiez remis votre manuscrit. Si vous l'éxigez, il sera imprimé. Mais lundi prochain nous aurons une protestation. Si vous vous borniez à une simple déclaration, elle serait épargnée à l'Académie.

Agréez, Monsieur et cher confrère, l'assurance de ma haute considération.

DUMAS.

Paris, 14 septembre 1869.

Monsieur le Secrétaire perpétuel et très-honoré confrère,

Ma lecture d'hier est parfaitement conforme à la vérité des faits. Je ne puis voir en quel point elle donnerait lieu à une protestation; je ne puis donc, aveuglément et sans en connaître aucun motif, me résoudre à une mesure extrêmement grave, qui étonnerait tous nos confrères et le public, dont je ne saurais dire la cause, et qui donnerait lieu à tous les commentaires et interprétations que chacun se plairait à imaginer. Je ne puis donc que vous prier, Monsieur, de vouloir bien faire insérer ma Note dans le *Compte rendu*.

Veuillez agréer les civilités respectueuses de votre dévoué

CHASLES.

M. DUHAMEL fait observer que, suivant lui, les conversations ou l'échange de correspondance qui peuvent avoir eu lieu n'ont ni une grande importance, ni un grand intérêt pour l'Académie. Si M. Chasles pense que Newton et Huyghens ont été accusés injustement, qu'il le dise d'une manière catégorique; là est toute la question.

M. CHASLES reprend alors la parole :

« Les deux Lettres précédentes confirment l'exactitude de ce que j'ai dit à l'Académie. Je n'y insiste pas, et je passe à ce qui concerne Newton et Huyghens dans la lecture de M. le Secrétaire perpétuel. Il semble, à ce sujet, que c'est surtout la phrase finale de ma Communication qu'il a eue en vue, phrase ainsi conçue : « *Il y a donc un mystère à pénétrer; et jusque-là il n'y*

» *a rien à conclure avec certitude.* » Or, il est évident, d'après les considérations que j'ai présentées, particulièrement sur la masse et les sujets si variés des Documents qui remontent bien au delà du XVIe siècle, dont je n'avais point eu à parler à l'Académie, que j'ai entendu par le *mystère à pénétrer* la découverte des matériaux et des fabricateurs que tant de compositions littéraires et scientifiques de toutes sortes ont exigés, d'autant plus que l'on n'a trouvé au domicile du vendeur que quelques papiers blancs, des plumes et un flacon d'encre, et que d'ailleurs lui-même ne possède aucune des connaissances qui lui auraient été nécessaires; il est évident, dis-je, que c'est là le mystère à pénétrer, celui pour lequel j'ai sollicité l'intervention de M. le Préfet de police, et dont s'occupe maintenant la justice. Qui pourrait dire le contraire? Telle a été ma pensée dans tout le cours de ma Communication, et j'éprouve un profond chagrin que M. le Secrétaire perpétuel paraisse voir dans ce mot *mystère* une idée qu'aucune de mes paroles ne renferme.

» Et quant à Newton et à Huyghens, qui paraissent avoir inspiré la lecture à laquelle j'étais si loin de m'attendre, je conviens sans difficulté que je ne saurais point dire, dans l'état actuel des choses, que tel ou tel Document de ces vingt mille Pièces puisse laisser des doutes, et conséquemment atteigne la gloire de Newton ou d'Huyghens.

« **M. Dumas** répond qu'il n'a pas besoin de proclamer les sentiments d'estime profonde dont notre confrère est l'objet de sa part. Il n'a pris la parole dans cette affaire que pour dégager enfin la dignité de l'Académie compromise. Il va donc droit au but, et ne se laisse point entraîner dans des détails oiseux. Que notre confrère possède des milliers de Pièces historiques ou littéraires, fausses ou vraies, qu'il y ait là *un mystère ou non*, qu'importait à l'Académie? Ce qui l'intéressait, c'était le procès scientifique plaidé devant elle, le débat relatif à Newton et à Huyghens, et pas autre chose. Tout prétexte d'accusation ayant disparu, les pièces produites étant toutes fausses, le faussaire étant connu, il fallait, *par une déclaration nette*, comme le demandait M. Dumas, que notre confrère, se conformant *à l'état de la question*, consentît à ne laisser planer aucun doute sur ces illustres accusés.

» Notre confrère ne l'a pas voulu, malgré l'évidence la plus manifeste, et ce n'est pas encore sans réticences qu'il consent à les justifier. On ne peut que le regretter. Mais Newton et Huyghens n'en sont pas moins absous désormais, et, pour tout le monde, le débat scientifique est définitivement clos. »

ASTRONOMIE. — *Note à l'occasion de la publication des discussions sur l'Observatoire impérial; par* **M. Faye.**

« L'Académie a décidé, dans un de ses derniers Comités secrets, que les Documents relatifs à la question de l'Observatoire seraient publiés. Parmi les Pièces, imprimées pour nous seuls jusqu'ici, il en est qui portent mon nom : je n'ai nullement le désir de les retirer, mais, comme la discussion n'a pas suivi le tour que j'aurais voulu lui voir prendre, je tiens à compléter ces Pièces toutes personnelles, par une simple déclaration, afin de dégager tout à fait ma responsabilité comme Astronome et comme Membre de l'Académie.

» Je regrette vivement de n'avoir pu tomber d'accord avec mes collègues de la Commission d'enquête, sur leur point de départ et leurs conclusions. On a pris pour point de départ certains vices de l'Observatoire actuel que je ne reconnais pas. On a soutenu que, les observations y étant fatalement affectées de causes d'erreur inhérentes à l'emplacement lui-même, il fallait abandonner l'emplacement, le vendre et, avec le prix de cette vente, fonder un *Observatoire de premier ordre* comme celui de Poulkowa en Russie, où l'on concentrerait à grands frais l'activité astronomique de notre pays.

» Me laissant enfermer dans ce cadre un peu étroit, j'ai été conduit trop exclusivement, je l'avoue, à discuter et à combattre ces prémisses et ces conclusions : les prémisses, parce que je me sentais convaincu, par ma propre expérience, qu'il n'est pas du tout impossible de faire des observations très-exactes à l'Observatoire de Paris; les conclusions, parce que je repousse comme funeste pour la science française l'imitation de ce qui s'est fait en Russie lorsque, sous l'influence d'un éminent Astronome, l'empereur Nicolas a décrété la création d'un gigantesque observatoire central.

» S'il m'avait été possible de m'isoler davantage au sein d'une discussion animée, je me serais attaché à une seule idée : *Vendre les terrains de l'Observatoire*, non pas, je le répète, que l'Observatoire soit mauvais, raison qui réduirait, fort injustement à mon avis, la valeur des observations qui y ont été faites, non pour le remplacer près de Paris par un observatoire géant, mais simplement pour faire un emploi rationnel de la plus-value considérable que la fondation astronomique de Louis XIV possède aujourd'hui, sans profit pour la science, et mettre ainsi la France au niveau des autres nations. Cette idée-là, Messieurs, est juste; tôt ou tard elle se pré-

sentera à tous les esprits; je regretterais toute ma vie que les Documents publiés par ordre de l'Académie pussent faire supposer au public que je l'ai repoussée. La vérité est qu'elle n'a jamais été formulée, et je demande la permission de la développer ici en peu de mots.

» Je me plais à reconnaître que de grands progrès ont été réalisés dans l'outillage actuel de l'Observatoire impérial; l'organisation d'une succursale à Marseille a même été aussi un louable effort pour répondre aux exigences actuelles de la science. Mais le but n'a pas été complétement atteint. Il ne le sera jamais dans la voie de la concentration; il le serait bien mieux, j'en suis profondément convaincu, par la voie opposée. Pour justifier cette manière de voir, comparons rapidement l'Astronomie de 1667 avec celle de 1869. A l'époque de la fondation de l'Observatoire de Louis XIV et un siècle après cette grande époque, l'Astronomie pratique se réduisait à l'observation suivie de sept planètes, à l'observation intermittente de quelques satellites, de quelques comètes, d'éclipses plus rares encore. L'Observatoire de Paris suffisait à la rigueur en France; son contemporain, celui de Greenwich, suffisait en Angleterre. J'ai vu moi-même le temps où nous n'avions que douze planètes à suivre chaque année. Aujourd'hui il y a cent planètes de plus. L'Astronomie lunaire défrayerait aujourd'hui, à elle seule, l'activité d'un Observatoire spécial. On compte par centaines de mille les étoiles de nos Catalogues actuels. L'Astronomie sidérale a été si largement développée qu'on en a fait, dans ces derniers temps, une science à part. L'Astronomie cométaire est devenue aussi une branche distincte, avec ses astres périodiques comme les planètes, avec ses problèmes spéciaux où l'on poursuit la recherche de forces toutes différentes de celle de la gravitation. Déjà même les étoiles filantes, si négligées naguère par les Astronomes, rentrent complétement dans cette branche-là. L'Astronomie physique, dont nous avons vu naître les premiers délinéaments sous la main d'Arago, est devenue tout à coup une science nouvelle où la Physique et la Chimie interviennent avec leurs tendances et leurs moyens spéciaux. Voilà donc une vieille science qui a perdu son unité première, une science où l'esprit géométrique et les méthodes géométriques ne suffisent plus, où l'électricité, l'optique, la photographie, la spectroscopie, la photométrie, la chimie elle-même font invasion de toutes parts, une science qui exige désormais, chez ceux qui la cultivent, les tendances d'esprit les plus diverses, les plus opposées même, et vous voudriez concentrer tout cela, sous une seule règle, dans un établissement géant, décoré du nom d'*Observatoire de premier ordre!*

» Le moment est venu, au contraire, de multiplier les établissements indépendants et de les laisser se partager entre eux la science à leur guise. Si, de plus, vous consentez à décentraliser un peu, c'est-à-dire à enrichir la province sans appauvrir Paris, pour mettre à profit la variété de nos climats, multiplier les points de contact de la science avec notre pays, varier les services que la science peut rendre dans le domaine des applications; si vous voulez surtout stimuler les aptitudes et les nobles ambitions dans nos grands foyers d'instruction supérieure qui comptent des Astronomes distingués, mais seulement en théorie, il faudra distribuer en province, comme l'ont fait presque toutes les nations civilisées, les établissements astronomiques qu'il est indispensable de créer sous peine de déchéance.

» Pour replacer la France au niveau des nations étrangères dans cette noble concurrence vers le progrès, je voudrais fonder près d'un de nos grands ports de l'Atlantique un observatoire où l'on aurait particulièrement en vue les services à rendre à la navigation. J'en mettrais un autre à l'est, près d'une Faculté des sciences, à Nancy, ou à Strasbourg, ou à Besançon (1). J'en mettrais un sous le beau ciel de l'Algérie pour l'Astronomie sidérale et l'Astronomie physique. Il rendrait aussi là quelques services aux grandes opérations géodésiques qui relieront bientôt, je l'espère, l'Europe et le continent africain. L'observatoire de Toulouse a besoin d'instruments et d'observateurs; il n'a pas de budget, il faudrait le doter largement; ce serait presque une création nouvelle. Enfin j'en voudrais un à Paris même, indépendamment de l'Observatoire impérial, qu'on désire transférer hors de Paris, à Fontenay. A chacune de ces fondations, j'accorderais une dotation de 700 000 francs en moyenne (2), y compris le capital représentatif de son

(1) Pour cette dernière ville, la nécessité d'un observatoire, au point de vue des intérêts de l'horlogerie française, a été dernièrement signalée dans les *Annales du Conservatoire des Arts et Métiers*.

(2)

Terrain fourni par la municipalité........	*mémoire.*
Bâtiments et matériel....................	280 000fr
Budget annuel (capitalisé)..............	420 000
Total.......	700 000

Détail du budget :

Traitement du directeur..........	8000fr
» de deux adjoints.......	7000
» d'un homme de service..	1000
Frais de publications et d'entretien.	5000
Total......	21 000

budget annuel. Nous aurions ainsi cinq nouveaux observatoires, cinq directeurs de plus et dix nouveaux Astronomes-adjoints : ce serait bien juste assez pour mettre la France au niveau des autres nations.

» Mais il faudrait à ce compte trois millions et demi pour la seule Astronomie. Il serait puéril de les demander au budget. On a si souvent exalté chez nous les idées anglaises qu'on en est venu à penser un peu ici comme en Angleterre, où « le Chancelier de l'Échiquier trouve fort extraordinaire que les » corps célestes s'agitent pour obtenir une subvention du Parlement, et que » Vénus elle-même ne puisse exécuter un passage sans adresser des solli» citations à la Trésorerie britannique (1). » Il est juste de reconnaître que l'État ne professe point encore cette indifférence un peu affectée d'ailleurs; il a toujours été, il est encore chez nous bien plus libéral pour les sciences; aussi ai-je l'espoir que si les contribuables devaient se montrer peu disposés à charger le budget d'allocations nouvelles de plusieurs millions dans l'intérêt d'une seule science, le Chef de l'État voudra, du moins, conserver à l'Astronomie le bénéfice de la plus-value que son unique établissement a acquis dans la suite des temps.

» Or les évaluations qui en ont été présentées à l'Académie vont à près de 5 millions. Je n'ai pu, à mon grand regret, obtenir de renseignements précis sur l'étendue des terrains de l'Observatoire, ni sur leur valeur réelle; mais, en adoptant provisoirement le chiffre ci-dessus, il me semble qu'on satisferait à toutes les légitimes exigences en attribuant à l'Observatoire impérial un million et demi pour opérer sa translation; il conserverait la somme de 400000 francs qui a été votée pour lui, il y a peu d'années, son matériel considérable et son budget actuel, qui représente un capital de près de 2 millions. Il resterait donc de quoi doter Paris et la France de cinq observatoires nouveaux et de quinze Astronomes.

» Ce beau résultat serait obtenu sans bourse délier, sans que l'État fût obligé de surcharger son budget d'un seul centime; de plus, on ferait ainsi, je le répète, de la bonne décentralisation, celle qui consiste à enrichir la province sans rien faire perdre à la Capitale.

» Voilà à quelles conditions et dans quel but je me sentirais disposé à renoncer à l'Observatoire de Louis XIV, que j'ai défendu jusqu'ici dans nos discussions. Les souvenirs qui s'attachent à ce monument ne disparaîtraient

---

(1) Réunion d'Exeter, 18 août 1869. Voir *les Mondes* du 16 septembre, p. 127. Il ne faut pas oublier qu'en Angleterre les sciences obtiennent, par des fondations particulières, d'immenses ressources dont elles n'ont pas l'équivalent chez nous.

pas pour cela de l'histoire, et les fondations modernes les rappelleraient mieux à nos successeurs qu'un amas informe de pierres, de terrasses et de jardins; car personne n'oubliera que l'Astronomie aura dû son nouvel essor à la simple plus-value de la dotation qui lui fut généreusement octroyée en 1667.

» Moyennant cette déclaration, je n'aurai pas à regretter la publication que l'Académie vient d'ordonner; et si cette publication devait soulever de nouveaux débats, il me sera permis de m'abstenir d'y prendre part, ainsi que je l'avais fait dès l'origine, jusqu'au moment où l'on m'a demandé d'avoir et d'émettre un avis. »

ASTRONOMIE. — *Rapport verbal sur les travaux spectroscopiques du professeur Zœllner; par* **M. Faye.**

« J'ai été chargé de rendre compte de trois brochures sur l'analyse spectrale, qui ont été adressées à l'Académie (séance du 9 août) par M. Zœllner, dont le nom est bien connu déjà en France par de savantes recherches de photométrie céleste. Je m'empresse de satisfaire à cette obligation, persuadé que cette analyse ne sera pas sans intérêt pour l'Académie.

» Mettons d'abord de côté la brochure intitulée *Astrophysik*, où l'auteur rappelle une hypothèse qu'il a émise il y a quelques années sur les taches du Soleil, et qu'il essaye de concilier avec les résultats récents de la spectroscopie. Des analogies de ce genre (il s'agit de scories surmontées de nuages de condensation pour la pénombre) ne peuvent plus, je crois, servir la science. Mais les deux autres brochures ont une portée toute différente; elles contiennent des faits nouveaux, des aperçus du plus haut intérêt et des méthodes dont l'entier succès frappera beaucoup nos physiciens astronomes.

» Dans celle de février dernier, M. Zœllner propose un instrument nouveau qu'il nomme *spectroscope à réversion*. C'est une combinaison fort curieuse de l'héliomètre de Bouguer avec un double jeu de prismes d'Amici à vision directe. Elle a pour but d'obtenir, d'un même faisceau de rayons lumineux, deux spectres disposés parallèlement, mais en sens inverse.

» Les rayons admis par la fente ordinaire et rendus parallèles au moyen d'une lentille tombent sur deux systèmes de prismes dont les côtés refringents sont placés parallèlement, mais opposés, de manière à produire deux spectres parallèles de direction inverse. L'objectif de la lunette, qui réunit

ces rayons pour former les images spectrales, est coupé en deux parties, suivant un diamètre perpendiculaire aux côtés réfracteurs des prismes, et les deux moitiés de l'objectif peuvent glisser parallèlement au diamètre de séparation ou s'écarter l'une de l'autre par un mouvement perpendiculaire au premier. De la sorte on est en état d'amener en coïncidence les raies d'un des spectres avec celles de l'autre, ou de les juxtaposer à la façon d'un vernier. Tout changement de refrangibilité qui surviendrait dans les raies spectrales se trouve ainsi doublé et peut être mesuré micrométriquement par un procédé d'une grande délicatesse.

» Pour se rendre compte du degré de précision, M. Zœllner a appliqué cet instrument à la mesure de l'intervalle qui sépare les deux raies du sodium, et s'est assuré qu'on obtient facilement cette distance à $\frac{1}{226}$ près de sa valeur. Cela posé, on sait, que si le spectroscope et la source de lumière sont animés de mouvements qui en changent la distance mutuelle avec une vitesse de 30 kilomètres par seconde, il en résultera, dans les raies des deux spectres, un déplacement relatif égal à $\frac{1}{6}$ de la distance des deux raies du sodium, c'est-à-dire quarante fois plus grand que l'erreur à craindre dans ces mesures. On est donc en possession d'un moyen qui permet déjà de mesurer, à moins de 800 mètres près, le mouvement de la Terre dans son orbite, et, en augmentant le nombre des prismes, on augmentera l'exactitude du résultat sans autre limite que la visibilité des spectres sur lesquels on opère.

» On voit que nous touchons de bien près à la solution complète du problème qui a tant occupé notre savant confrère, M. Babinet, celui de mesurer, par le simple déplacement des raies spectrales, les vitesses des corps célestes. Déjà M. Huggins avait évalué, par des méthodes analogues, mais qui paraissent un peu moins sûres, le déplacement relatif de Sirius (66 kilomètres par seconde, ou 46 kilomètres quand on en défalque la composante du mouvement de la Terre) (1). C'est une nouvelle époque pour l'Astronomie sidérale, et il semble que la distribution de la matière dans l'univers stellaire ne doive plus rester à tout jamais une énigme pour nous.

» Il y a plus : le Soleil possède une vitesse linéaire de rotation de 2 kilomètres par seconde à l'équateur. Si l'on dédouble son image à l'aide d'un héliomètre, et qu'on mette en contact les deux images à l'équateur, une des deux régions voisines du point de tangence aura 2 kilomètres de vitesse

(1) Le P. Secchi, de son côté, est arrivé pour Sirius à des résultats tout à fait semblables.

vers le spectateur, l'autre fuira en sens inverse avec la même vitesse; d'où un déplacement relatif des raies des deux spectres de $\frac{1}{80}$ environ de l'intervalle compris entre les raies du sodium. Avec un nombre suffisant de prismes, on parviendra sans doute à mesurer cette petite quantité avec une approximation suffisante, et alors la rotation du Soleil se trouvera déterminée par une méthode tout à fait indépendante de celle des taches. La comparaison des résultats obtenus par des voies si différentes conduira, sans aucun doute, à des conséquences du plus haut intérêt.

» Enfin la troisième brochure est consacrée à l'étude des protubérances solaires. L'auteur a débuté par une petite modification au procédé proposé par M. Janssen pour voir les flammes rouges dans leur ensemble. Au lieu d'imprimer à la fente du spectroscope un mouvement de rotation, il la fait légèrement osciller à l'aide d'un simple ressort. Puis il cherche à vérifier, par des expériences de laboratoire, les principes qui lui ont paru régler, dans le champ du spectroscope, l'intensité de deux lumières superposées, lorsque l'une est complexe, comme la lumière solaire, et l'autre homogène, comme celle des protubérances. Ces principes sont les suivants :

» 1° L'éclat apparent d'une raie lumineuse (de la deuxième source) est indépendant de la largeur de la fente, pourvu que celle-ci occupe toujours sur la rétine une amplitude perceptible; il s'affaiblit si la fente est en mouvement.

» 2° L'éclat du spectre de la première source croît, au contraire, en raison de la largeur de la fente, et est indépendant de son état de repos ou de mouvement.

» L'expérience consistait à imprégner la mèche d'une lampe à alcool de chlorure de sodium et de chlorure de lithium ; une petite lentille convergente formait une image très-diminuée de cette flamme sur la fente du spectroscope, et une glace inclinée à 45 degrés en arrière de la lentille projetait dans la même direction la vive lumière d'une lampe latérale à huile de pétrole, dont l'éclat effaçait entièrement la première image. La fente du spectroscope, portée par un ressort de 27 centimètres de longueur, pouvait osciller cinq minutes dans une amplitude suffisante. Eh bien, M. Zœllner a reconnu qu'en dépit du deuxième principe, pour voir parfaitement la flamme de l'alcool, soit avec les rayons jaunes du sodium, soit avec les rayons rouges du lithium, il valait mieux renoncer à tout mouvement de la fente et se borner à ouvrir celle-ci de manière à comprendre l'image entière de la flamme. Cette ingénieuse remarque l'a con-

duit à une méthode extrêmement simple pour voir à tout instant les protubérances solaires dans leurs contours les plus délicats. Un mot suffit pour la caractériser : au lieu de mouvoir la fente, il suffit de l'élargir un peu (1).

» Plus tard, M. Zœllner a appliqué, avec le plus complet succès, sa méthode nouvelle au Soleil ; il a pu suivre et dessiner de minute en minute les phénomènes grandioses de la chromosphère avec une facilité et une exactitude frappantes ; il va même les photographier, en profitant des images dues à la raie placée dans la partie la plus photogénique du spectre. La brochure contient les dessins des protubérances observées ainsi du 1er au 4 juillet dernier.

» Ces admirables dessins montrent bien clairement que les protubérances sont des éruptions violentes (M. Lockyer en a déjà déterminé approximativement l'énorme vitesse), et non des nuages suspendus dans une atmosphère. On dirait d'une matière gazeuse lancée verticalement dans un espace presque vide, s'épanouissant presque aussitôt et retombant ensuite plus lentement en affectant les formes les plus capricieuses. Peut-être arrivera-t-on par cette voie à saisir là de nouvelles manifestations de la force que le Soleil exerce sur la matière si peu dense des comètes : force polaire, suivant Bessel et Olbers, à la manière de l'électricité et du magnétisme ; force simplement répulsive, suivant une autre hypothèse à laquelle se rattachent de beaux travaux de M. Roche. Dans tous les cas, ces dessins de quatre journées nous donnent déjà la clef d'une énigme bien singulière que nous ont posée les éclipses observées dans l'Amérique du Sud, au Chili et au Brésil : je veux parler des protubérances noires. Elles me paraissent être dues tout simplement à l'intervalle obscur qui subsiste quelques minutes, soit entre deux éruptions voisines dont les panaches se rejoignent, soit entre la colonne ascendante d'une éruption et son panache retombant tout entier d'un même côté.

» Ainsi, pour voir les protubérances au spectroscope à toute heure du jour, même lorsque le Soleil est voisin de l'horizon, il suffit d'entr'ouvrir légèrement la fente du spectroscope. Peut-être même M. Zœllner parvien-

---

(1) La date de la publication est le 6 février. Presque à la même époque (le 13 février), M. Huggins parvint, avec un appareil différent, à voir les protubérances solaires en élargissant la fente et en employant un verre coloré pour éteindre la lumière du champ ; mais, bien que le célèbre astronome eût reconnu qu'on pouvait en certains cas se passer du milieu absorbant, son ingénieux procédé n'était encore, à cette date, qu'à l'état d'ébauche.

dra-t-il à les faire voir toutes ensemble, comme dans une éclipse, en employant des prismes très-grands et une fente courbée en arc de cercle.

» Constatons avec admiration combien le domaine astronomique de la spectroscopie s'étend rapidement de jour en jour grâce à l'ardeur des physiciens-astronomes d'Angleterre, d'Allemagne et d'Italie. Nous sommes heureux de savoir que cette science nouvelle est suivie également à l'Observatoire impérial, malgré les exigences croissantes des observations ordinaires; mais il nous sera permis, sans doute, d'émettre ici le vœu que M. Janssen soit bientôt mis en état de poursuivre aussi en France une ligne de travaux qu'il a si brillamment inaugurée aux Indes. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Remarques à l'occasion de la Communication de* M. Pasteur, *du* 6 *septembre, sur le chauffage des vins; par* **M. DE VERGNETTE-LAMOTTE.**

« Dans le *Compte rendu* du 6 septembre 1869, M. Pasteur cite de moi, en note, une phrase qui, n'étant point complète, me fait dire le contraire de ma pensée. J'aurais, d'après M. Pasteur, écrit ceci, à propos du chauffage des vins (*Comptes rendus*, t. LXII, p. 592; 1866): « Mais des vins qui, sans » exception, perdent leur valeur sont les vins communs, tant ils se déco» lorent et deviennent secs et acides. »

» Or, ma pensée et ma phrase se complètent par ces mots, omis (je ne puis croire que ce soit à dessein) par mon savant adversaire: « Lorsqu'on » les traite par le procédé Appert. »

» L'Académie comprendra l'importance que j'attache à cette rectification, si elle veut bien se rappeler qu'après avoir dit les inconvénients que présente, pour les vins, le chauffage à haute température (procédé Appert), j'ai recommandé, *le premier*, le chauffage à basse température, qui est généralement adopté, même par M. Pasteur. »

M. PASTEUR n'étant pas présent à la séance au moment où cette Communication a eu lieu, cette réclamation n'a pas pu lui être soumise.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Sur la constitution des spectres lumineux; par* **M. Lecoq de Boisbaudran.** [Quatrième Note (1).]

(Commissaires précédemment nommés : MM. Dumas, Regnault, Edm. Becquerel, Wurtz.)

« 24. *Azote.* — J'ai obtenu ce spectre en faisant éclater à l'air libre une petite étincelle d'induction, entre deux fils de platine. Le dessin (n° 6), annexé à cette Note, représente le spectre de l'extrémité positive de l'étincelle; ce spectre, entièrement dû à l'azote, se compose de bandes ombrées, très-distinctes dans le rouge, le jaune, le bleu et le violet, mais confuses et fort difficiles à mesurer dans la région du vert.

» Une première série comprend des bandes rouges, jaunes et vertes qui sont formées chacune de deux raies nébuleuses dont la distance en λ a été trouvée d'environ $1\frac{1}{2}$ à $1\frac{3}{4}$ millioniėmes de millimètre pour la région jaune. Les éléments des bandes rouges sont moins discernables.

» Dans une deuxième série, se rangent des bandes vertes, bleues et violettes, toutes formées d'une raie nébuleuse placée à l'extrémité la moins réfrangible de la bande, puis d'une lumière nébuleuse décroissant rapidement à mesure qu'on s'éloigne de la raie principale. Au moyen de puissants instruments, MM. Plücker et Hittorf ont pu compter jusqu'à trente-quatre raies dans les ombrés qui accompagnent chacune des raies principales du bleu et du violet. Ils ont remarqué que ces trente-quatre raies étaient à peu près équidistantes (2), et comme ils observaient avec des *prismes*, ces raies, réduites en longueurs d'ondes, se rapprochent entre elles à mesure qu'elles s'éloignent de la raie la plus brillante. Chaque bande ombrée de l'azote est donc un spectre de deuxième degré et la position du maximum de lumière indique que la molécule tourne sur elle-même, dans le sens de son mouvement de translation sur la première orbite.

---

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier au *Compte rendu*.

(2) Dans un spectroscope ordinaire, les bandes principales de l'azote paraissent aussi à peu près équidistantes, ce qui provient de ce que le rapprochement ne se fait que lentement. Je regarde comme probable que le nombre et la distribution des bandes dans chaque harmonique sont liés, d'une façon très-étroite, au nombre et à la distribution des petites lignes observées par Plücker et Hittorf dans l'intérieur des bandes elles-mêmes.

» Dans la détermination des longueurs d'ondes, j'ai mesuré, pour la série des bandes rouges et jaunes, le centre des deux raies, et, pour les bandes ombrées bleues et violettes, le centre de la raie principale qui forme leur bord gauche. Pour les raies plus indécises du vert, j'ai pris, soit le centre, soit le bord gauche, suivant que la raie me paraissait appartenir au type des doubles raies, ou que l'existence d'un dégradé à droite m'indiquait que j'avais affaire à une bande analogue à celles du violet.

» Dans les conditions de mes expériences, la mesure exacte des longueurs d'ondes de l'azote est une opération délicate, à cause de la faiblesse de beaucoup de raies et de la nébulosité de toutes. Même après avoir répété souvent les mesures, j'ai dû me contenter d'une approximation moyenne de $\frac{1}{3}$ ou $\frac{1}{2}$ millionième de millimètre, avec des divergences, allant, pour un très-petit nombre de raies très-défavorables, jusqu'à 1 millionième environ. Voici les positions observées :

674,8	milieu.	532,9	milieu. Plus forte au pôle négatif.
668,1	»	530,1	bord gauche.
660,3	»	522,2	milieu.
652,4	»	517,6	bord gauche.
644,8	»	506,4	»
637,5	»	vers 502,4	léger renforcement du fond.
630,6	»	497,4	bord gauche.
623,3	»	491,6	raie du bord gauche.
617,1	»	θ 481,5	»
610,8	»	ι 492,5	»
604,8	»	η { 466,3 }	465,3 milieu des deux raies.
599,4	»	η { 464,4 }	Dégradée à droite.
594,3	»	ε 457,6	raie du bord gauche.
589,1	»	δ 449,2	»
583,9	»	ζ 441,4	»
579,0	»	α 434,3 (1)	»
573,7	»	β 426,9	»
569,5	»	γ 420,0	»
565,0	»	413,9	»
560,0	»	409,3	»
555,6	»	406,1	»
545,7	»	399,7	»

» Si l'on calcule les rapports qui existent entre ces diverses raies, on trouve que la valeur 3:4 se reproduit fréquemment, ce qui conduit à ad-

(1) Cette raie est dédoublée dans un tube Geissler en deux autres, 435,0 et 434,1.

mettre, comme probable, que notre spectre est composé de deux harmoniques, dont l'un est représenté par les doubles bandes, et l'autre par les bandes ombrées à droite. L'existence du rapport 3:4 n'est pas le seul fait qui me porte à penser que le spectre visible de l'azote est formé de deux harmoniques distincts; Plücker et Hittorf affirment avoir obtenu séparément le spectre des bandes rouges et jaunes, et celui des bandes bleues et violettes : le premier à la plus basse température, le second à la plus haute. C'est bien ce qui doit arriver si les deux spectres partiels sont des harmoniques (1). De plus, malgré quelques irrégularités, les distances moyennes qui existent entre deux raies consécutives diminuent en allant vers le violet, et cela d'une manière indépendante dans les deux portions du spectre; ainsi, les premières raies du quatrième harmonique sont plus distantes entre elles que les dernières du troisième harmonique, lesquelles sont cependant situées dans la même partie de l'échelle lumineuse. Enfin, l'irrégularité résultant de la valeur remarquablement grande de l'espace qui sépare 551,6 (2) de 545,7 se reproduit entre les raies 413,9 et 409,3, qui leur correspondent. Dans la mesure de ces raies, je crois que les erreurs n'ont pu être que très-faibles.

» Les harmoniques observés de l'azote étant 3 et 4, sont entre eux comme l'octave de la quinte et la double octave de la fondamentale :

1er harmonique. Fondamentale.	2e harmonique. Octave.	3e harmonique. Octave de la quinte.	4e harmonique. Double octave.
ut_1.	ut_2.	sol_2.	ut_3.

» Nous avons déjà vu que, pour que l'harmonicité existe entre deux spectre partiels, il n'est pas nécessaire que toutes les raies de l'un soient reproduites dans l'autre, c'est ce qui a lieu pour l'azote : le nombre des raies est plus grand pour le troisième harmonique que pour le quatrième. Il y a donc, dans le spectre de l'azote, des raies dont la théorie permet de prévoir l'existence, et qu'on retrouve en effet presque toutes, lorsqu'on fait varier les conditions de l'expérience.

» Dans le tableau suivant, je place en regard les bandes qui me paraissent se correspondre dans les deux harmoniques; je calcule l'harmonique de chaque bande observée, et je place le nombre obtenu auprès de celui qui est donné par l'expérience :

---

(1) Plücker et Hittorf avaient attribué la séparation de leurs deux spectres à la formation de modifications allotropiques de l'azote.

(2) Visible dans un tube Geissler (*voir* le tableau ci-après).

Diff.	Observé.	Calculé.	Calculé.	Observé.	Différences.
	674,8	675,2	506,1	506,4	
6,7				$\frac{9,0}{1,5}=6,0$	9,0
	668,1		501,1		
		663,2	498,2 (1)	497,4	
7,8					5,8
	660,3		495,3		
		655,5	492,3 (2)	491,6	
7,9			489,3		
	662,4				10,1
7,6				$\frac{10,1}{2}=5,1$	
	644,8		483,6		
		642,0	480,9 (3)	481,5	
7,3					
	637,5		478,1		
				$\frac{9,0}{1,5}=6,0$	9,0
6,9					
	630,6	629,9	472,9	472,5	
				$\frac{7,2}{1,5}=4,8$	
7,3			467,5		7,2
6,2	623,3 / 617,1 → 620,21	621,7 / 619,2 → 620,5	465,2 (4)	465,3 → 466,3 / 464,4	
			462,8		
				$\frac{7,7}{1,5}=5,1$	7,7
6,3					
	610,8	610,1	458,1	457,6	
6,0				$\frac{8,4}{2}=4,2$	8,4
	604,8		453,6		
5,4					
	599,4	599,0	449,5	449,2	
5,1				$\frac{7,8}{2}=3,9$	7,8
	594,3		445,8		
5,2					
	589,1	588,5	441,8	441,4	
5,2				$\frac{6,9}{2}=3,5$	6,9
	583,9		437,9		
4,9					
	579,0	579,3	434,3	434,5 (5) → 435,0 / 434,1	
5,3				$\frac{7,6}{2}=3,8$	7,6
	573,7		430,3		
4,2					
	569,5	569,2	427,1	426,9	
4,5				$\frac{6,9}{6}=3,5$	6,9
	565,0		423,8		
5,0					
	560,0	560,0	420,0	420,0	
4,4				$\frac{6,1}{2}=3,1$	6,1
	555,6		416,7		
4,0					
	Tube Geissler 551,6	551,9	413,7	413,9	
5,9					4,6
	545,7	545,7	409,3	409,3	
					3,2
		541,5		406,1	
12,8	$\frac{-2,8}{3}=4,3$			$\frac{6,5}{2}=3,2$	6,4
	532,9	533,0	399,7	399,7	

(1) Les notes de ce tableau sont en tête de la page suivante.

(¹) Calculé sur la moyenne de 668,1 et 660,3.
(²) Calculé sur la moyenne entre 660,3 et 652,4.
(³) Calculé sur la moyenne de 644,8 et 637,5.
(⁴) Calculé sur le milieu entre 623,3 et 617,1.
(⁵) Cette raie est composée de deux dont le centre coïncide avec l'harmonique de 579,0. La plus réfrangible de ces raies voisines = 434,1, occupe la même position que la raie violette de l'hydrogène; mais dans le spectre du pôle positif, on ne peut guère supposer que la raie 434,1 appartienne à l'hydrogène, puisque les raies H α rouge, et H β bleu-vert n'y existent pas, contrairement à ce qui a lieu au pôle négatif ou dans un tube Geissler.

» On voit que, dans la majeure partie du quatrième harmonique, il n'y a qu'une raie, sur deux que le calcul indique, en prenant pour base la composition du troisième harmonique; il est donc probable que, si ce quatrième harmonique était complet, il renfermerait une raie placée à peu près au milieu de chaque espace interlinéaire, depuis 457,6 jusqu'à 413,9. Je n'ai point vu ces raies, mais leur existence observable est rendue très-probable, par un passage du Mémoire de Plücker et Hittorf, où il est dit : « En employant quatre prismes, nous apercevons une petite raie brillante » entre deux cannelures voisines.... » (1). Trois des raies intermédiaires (2) sont visibles dans notre spectre, ce sont : 472,5; 409,3 et 506,4 : ces deux dernières faibles.

» Quelques-unes des raies du quatrième harmonique ne correspondent à aucune des raies du troisième, mais leurs harmoniques calculés tombent à peu près au milieu de l'espace qui sépare deux des bandes du troisième harmonique. Pour le groupe $\eta = \left.\begin{matrix}466,3\\464,4\end{matrix}\right\}$ moyenne 465,3, la coïncidence avec le centre des bandes 623,3 et 617,1 n'est pas douteuse. La correspondance des raies 481,5, 491,6 et 497,4 avec les centres des espaces interlinéaires de l'autre harmonique, est un peu moins exacte; il y a eu, en effet, entre les différentes mesures de ces raies, des divergences dépassant un peu ce qui a eu lieu pour les autres; cependant, ces erreurs ne sont pas telles qu'elles m'autorisent à supposer que les trois raies en question correspondent avec les bandes rouges du troisième harmonique. Plusieurs raisons me font penser que c'est avec des centres (3) d'espaces interlinéaires que les harmoniques calculés correspondent. Ainsi, la marche des différences,

---

(1) J'ai un Extrait du travail de MM. Plücker et Hittorf, mais je ne possède malheureusement pas leur dessin.

(2) Intermédiaires, si l'on continue par le calcul la série de bandes plus éloignées entre elles, qui commence à 413,9, et finit à 457,6.

(3) *Centres*, ou *à peu près*, puisque des espaces interlinéaires voisins entre eux présentent quelquefois de petites inégalités, dans d'autres parties très-nettes du même spectre.

dans le quatrième harmonique, deviendrait régulière si les raies 472,5, 491,6 et 497,4 étaient augmentées de $\frac{1}{2}$ à $\frac{3}{4}$ de millionième de millimètre, et 481,5 diminuée d'environ $\frac{1}{2}$ millionième. Vu la difficulté de préciser la position de raies nébuleuses, on peut admettre, jusqu'à preuve du contraire, que ces petites erreurs proviennent de l'observation. Si l'on voulait faire coïncider les harmoniques calculés de 481, 5, 491,6 et 497,4 avec les bandes rouges elles-mêmes, il faudrait supposer des erreurs d'observation de 2 et $2\frac{1}{3}$ millionièmes, ce qui me paraît beaucoup. De telles erreurs, si elles existaient, ne pourraient, me semble-t-il, s'expliquer que par ce fait, que, pour la plupart (1), nos bandes ombrées du quatrième harmonique sont composées d'une seule raie dégradée à droite, tandis que les bandes du troisième harmonique portent toutes deux raies; or, il serait possible que ce fût à l'une de ces raies, et non à leur centre, que correspondît la raie unique des bandes du quatrième harmonique.

» Comme l'écartement des raies des bandes est d'environ $1\frac{1}{2}$ à $1\frac{3}{4}$ dans le jaune, et atteint probablement 2 millionièmes dans le rouge, nos différences de 2 et $2\frac{1}{3}$ pourraient être réduites à environ 1 et $1\frac{1}{3}$, ce qui, bien qu'assez considérable, se rapprocherait cependant des erreurs possibles de l'expérience, surtout si l'on fait entrer en ligne de compte les petites erreurs sur les mesures des bandes rouges elles-mêmes (2), erreurs qui peuvent s'être trouvées de même sens que les erreurs provenant de la mesure des bandes du quatrième harmonique. Quoi qu'il en soit, j'ai dessiné les bandes telles que je les ai observées, sauf à corriger plus tard, s'il devient nécessaire. J'ai indiqué par les lettres grecques l'ordre des intensités, et, afin que l'on puisse suivre sans fatigue les correspondances de raies dans les harmoniques calculés, j'ai désigné par des numéros d'ordre les raies non marquées de lettres grecques. La moitié supérieure du dessin représente le spectre, ombré tel qu'on l'observe (*mais réduit en longueurs d'ondes*). La moitié inférieure représente les positions des harmoniques, calculés chacun au moyen de l'autre; je n'ai fait qu'y esquisser les raies, sans m'attacher à en reproduire tous les détails.

---

(1) Il n'y a que α 465,3 et α 434,5 qui soient doubles.

(2) Je crois que les erreurs sur les bandes rouges ne peuvent être que faibles, car la raie α de l'hydrogène tombe dans cette région et sert de point de repère. D'après Plücker et Hittorf, $H\alpha$ se place dans la quatrième bande rouge. J'ai toujours observé que $H\alpha$ occupait à peu près le milieu de l'espace qui sépare la troisième de la quatrième bande rouge. Adoptant pour $H\alpha$ la valeur 656,2 donnée par M. Mascart, j'ai trouvé, pour les bandes voisines de l'azote, 660,3 et 652,4, dont la moyenne est 656,3.

» Dans la partie verte comprise entre 531 et 510, on aperçoit quelques raies faibles et indécises appartenant : 522,2 au troisième harmonique, et 517,6 au quatrième. Il y a doute pour 530,1, que je serais cependant porté à attribuer au troisième harmonique.

» La raie 522,2 correspond à une bande très-nébuleuse, qui se voit au pôle négatif, et qui a pour valeur (observée) 392 : le calcul indique 391,6. Il m'a été impossible de trouver la bande du troisième harmonique, à laquelle correspondrait la raie 406,1 (quatrième harmonique) : la position calculée, 541,5, tombe entre deux raies vertes visibles dans un tube Geissler; mais, comme cette région est assez confuse, il pourrait se faire que la raie cherchée existât, tout en ayant échappé à mes investigations. »

PHYSIOLOGIE. — *Deuxième Note sur le chloral : expériences relatives à l'homme; par* **M. Demarquay.**

(Cette Note est renvoyée, ainsi que la précédente, à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie la suite de mes recherches sur le chloral. Cette fois, l'homme malade a été l'objet de mon expérimentation.

» Vingt fois j'ai administré le chloral associé au sirop de Tolu; la solution était telle qu'une cuillerée de ce sirop contenait 1 gramme de chloral. Les malades prennent assez facilement cette préparation ; le goût n'en est pas désagréable, et il laisse néanmoins une sensation d'âcreté, surtout sensible à l'arrière-gorge. Ils ont bien supporté le médicament, qui n'a d'ailleurs déterminé aucun accident. La dose a varié depuis 1 gramme jusqu'à 5.

» Dans nos vingt expériences, six sont négatives au point de vue du sommeil. Les sujets rebelles ont été surtout des hommes. Le malade qui a pris 5 grammes de chloral est un homme de trente-cinq ans, auquel je devais faire une cautérisation du genou; je n'ai pu obtenir qu'un sommeil léger de trois quarts d'heure. D'un autre côté, une femme, affaiblie par une maladie organique de l'utérus, a dormi, à deux reprises différentes, toute l'après-midi, d'un sommeil paisible, avec un seul gramme de chloral.

» On peut dire, d'une manière générale, que les individus affaiblis, débiles, sont bien plus sensibles à l'action de l'agent que nous étudions; et que la durée de son action, ou la longueur du sommeil, est également en rapport avec cette faiblesse.

» Dans quatorze cas où le sommeil a été complet (douze femmes et

deux hommes), il est survenu, généralement, de quinze à trente minutes après l'ingestion du médicament. Le sommeil est léger et ne ressemble en rien à celui que procure le chloroforme. Le moindre bruit réveille ces malades, mais à l'instant ils se rendorment. La plus petite piqûre, une simple pression leur arrache une plainte; ils éloignent immédiatement la partie du corps qui a été touchée ou piquée. Je n'oserais pas affirmer qu'il y ait, dans ce cas, hyperesthésie de la peau, mais je peux certifier que la sensibilité tégumentaire est conservée quelle que soit l'intensité du sommeil. Il est par conséquent impossible d'user de ce sommeil dans la pratique de la chirurgie. Toutefois j'ai tiré un grand parti du sirop de chloral, en l'administrant à une dame à laquelle j'avais fait une opération grave; immédiatement après le pansement, l'opérée prit 4 grammes de chloral et s'endormit aussitôt d'un sommeil qui dura toute l'après-midi.

» Mais, si le sommeil fut calme et tranquille chez plusieurs de nos malades, il en est d'autres chez lesquels il fut agité, troublé par des rêves, des hallucinations; ce fut surtout manifeste chez des femmes atteintes de maladies organiques graves et douloureuses de l'utérus, habituées à prendre des doses élevées d'opium. Dans ce cas, le sommeil fut quelquefois long, mais agité, mêlé de plaintes; et, au réveil, les pauvres malades réclamaient, avec instance, l'injection de morphine habituelle. Cette circonstance prouve, une fois de plus, que si le chloral est hypnotique il n'est nullement anesthésique.

» Il faut ajouter cependant que les malades ne paraissent pas avoir conscience, le lendemain, de l'agitation de la veille.

» Quand on donne 2 ou 3 grammes de chloral à un malade affaibli, le sommeil pouvant se prolonger de longues heures, il est important de lui faire prendre, à l'avance, quelques aliments.

» Dans nos six observations négatives au point de vue du sommeil, il y a un fait qui nous a frappé : il est relatif à une jeune femme de vingt-trois ans, affaiblie par des pertes utérines. Elle prit 2 grammes de chloral, pour faire cesser une céphalalgie intense; mais celui-ci, au lieu de l'endormir, détermina une excitation très-vive. La femme fut dans une sorte d'ébriété toute la journée; elle se sentait plus forte, accusait un vif appétit; son insomnie se prolongea jusqu'au lendemain, et fit place à une grande fatigue.

» Comme nous avons donné le chloral à une dose relativement faible, nous n'avons pas eu à constater de troubles sérieux dans l'accomplissement des fonctions; le pouls n'a varié que de quelques pulsations; il en est de même pour la respiration. Quant à la température animale, elle a baissé

de quelques dixièmes de degré au début de l'expérience, pour remonter ensuite de la même quantité. Dans plusieurs cas, la sécrétion urinaire nous a paru augmentée; quelques malades ont uriné involontairement dans leur lit.

» D'ailleurs, comme je dois poursuivre l'étude du chloral au point de vue physiologique et thérapeutique, les résultats ultérieurs que j'aurai à signaler seront mentionnés dans le travail que prépare un de mes internes, M. Blanquinque, qui a recueilli avec soin mes observations.

» Ce que l'on peut dire, dès à présent, c'est que :

» 1° Le chloral a une action hypnotique bien marquée surtout sur les individus faibles et débilités ;

» 2° La durée de son action est en raison directe de cette faiblesse;

» 3° Le sommeil qu'il provoque est généralement calme et n'est agité que chez les malades en proie à de vives souffrances : cela me porte à le conseiller dans les maladies où l'on désire surtout amener le sommeil et la résolution musculaire;

» 4° Enfin cet agent peut être donné à une dose assez élevée, puisqu'il ne détermine aucun accident à la dose de 1 à 5 grammes.

» En terminant ce travail, je remercie M. Follet du zèle qu'il a mis à me procurer le chloral, objet de mes recherches. »

M. le Secrétaire perpétuel, après avoir donné connaissance à l'Académie des résultats obtenus par *M. Demarquay*, lui communique une Note qu'il avait reçue de *M. Ramon de la Sagra*, sur la nécessité qu'il y aurait à répéter sur l'homme les premières expériences faites par M. Demarquay sur des animaux, afin de pouvoir rapprocher ces expériences de celles de M. Liebreich. Ce sont précisément ces nouvelles expériences qui viennent d'être instituées par M. Demarquay lui-même.

M. Lepreste adresse une nouvelle Communication concernant la destruction des *mans* ou vers blancs.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Agriculture adresse un exemplaire de l'ouvrage auquel son département a souscrit et que le Conseil général de l'Ardèche a

publié sous le titre : « Étude sur les terrains triasique et jurassique et les gisements de minerais de fer du département de l'Ardèche, par M. Ledoux ».

MÉCANIQUE. — *Note sur la théorie de la pesanteur;*
par **M. Lecoq de Boisbaudran.**

« 1. M. Leray vient de publier une théorie de la gravitation (*Comptes rendus*, 6 septembre). M'étant occupé de cette question, j'ai l'honneur de communiquer à l'Académie l'état actuel de mes recherches. Sur certains points, et en particulier sur l'explication de la chaleur centrale des astres, je suis heureux de me rencontrer avec M. Leray; sur d'autres points, mes conclusions diffèrent des siennes.

» 2. Je n'attribue à la matière, quel que soit son état de division, d'autres propriétés *essentielles* que celles que la physique expérimentale et la mécanique nous ont appris à connaître. J'appelle *atomes* les derniers degrés de la division de la matière. J'admets que deux corps, séparés par un vide absolu, ne peuvent agir l'un sur l'autre; que l'action n'a lieu qu'au contact, et qu'alors l'échange des forces se fait suivant les lois de la mécanique ordinaire.

» 3. S'il n'existait qu'une seule espèce d'atomes, l'échange des forces ayant lieu entre masses égales, deux atomes ne pourraient pas se réunir. La force et la matière existeraient, mais non l'attraction. Il y a donc au moins deux atomes primordiaux de masses différentes. Nous nommerons l'atome de moindre masse *éther*, et les autres *atomes pondérables*.

» 4. Si, au milieu de l'éther en vibration, on place un atome pondérable P, l'échange des forces se fera entre masses inégales; l'éther communiquera à P une vitesse moindre que la sienne. Les chocs venant également de tous côtés, P ne fera qu'osciller autour d'un centre qui ne se déplacera pas dans l'espace, et l'éther aura perdu une partie de son énergie, transformée en vibrations de P (chaleur, etc.). Plaçons près de P un second atome semblable P', les vibrations de l'éther seront plus affaiblies entre P et P' que dans l'espace extérieur; P et P' seront poussés l'un vers l'autre, ils s'attireront. Je préfère la notion des « vibrations de l'éther » à celle de « courants égaux qui se croisent dans toutes les directions (M. Leray). »

» 5. L'attraction exercée sur un atome pondérable n'est pas en raison simple de sa masse; car, si cette masse égalait celle de l'atome d'éther, l'attraction serait nulle. S'il existe des atomes pondérables de masses diffé-

rentes, les vitesses de leurs chutes seront inégales. S'il n'y a qu'un atome pesant, tous les corps tomberont également vite. L'expérience semble justifier la dernière hypothèse, mais de *très-faibles* différences de masses, existant entre les atomes pondérables, auraient pu suffire à déterminer la formation d'éléments chimiques de poids atomiques fort différents, et l'inégalité des chutes aurait pu échapper aux observateurs non prévenus. Il y aurait donc intérêt à comparer des pendules formés de corps de poids atomiques inégaux, pris, soit dans la même famille chimique, soit dans des familles différentes.

» 6. J'ignore si les atomes sont sphériques ou non, mais la démonstration de M. Leray me paraît discutable; car il est probable que, dans l'intérieur des molécules, les atomes sont animés de mouvements (rotation, translation, dans des orbites plus ou moins inclinées sur les équateurs, etc.) qui font qu'ils pourraient bien avoir, à un instant donné, leurs axes homologues placés dans toutes les directions. La somme de leurs projections serait alors constante.

» 7. Agissant comme écrans, deux corps s'attireront en raison inverse du carré des distances.

» 8. A cause de l'inertie de l'éther, l'attraction n'est pas proportionnelle aux masses réelles (§ 5), mais elle ne l'est pas non plus au nombre des atomes pondérables contenus dans un corps. La force vive des atomes d'éther, quelque grande qu'elle soit, a une valeur finie.

» 9. Si deux astres de même composition sont de volumes inégaux, le plus petit paraîtra plus dense (§ 8), puisque, dans les calculs, on égale les masses aux attractions.

» 10. C'est aux vibrations longitudinales de l'éther que j'attribue la cause de la pesanteur. La force vive correspondante à l'affaiblissement que fait subir un astre aux vibrations longitudinales se retrouve (si l'astre n'acquiert pas de vitesse extérieure) en un rayonnement de vibrations qui ne peuvent être identiques avec celles qui produisent la pesanteur, car autrement l'astre n'affaiblirait pas ces dernières; le rayonnement consistera donc en vibrations transversales (chaleur, lumière, etc.), et sa mesure mécanique sera celle de l'affaiblissement des vibrations longitudinales. Si un astre passe par un périhélie, il sera soumis, de chaque côté de ce point, à des variations thermiques de sens opposés, qui pourraient bien n'être pas étrangères à certains phénomènes naturels (tels peut-être que les taches solaires).

» 11. Le monde matériel est-il fini ou infini? Si l'espace où se meut l'éther a une limite, quelques atomes y posséderont des vitesses dirigées vers le

vide, situé au delà et s'éloigneront indéfiniment. L'espace où se meut l'éther est donc illimité. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Note sur les radiations lunaires;* *par* **M. MARIÉ-DAVY.**

« J'ai cherché à mesurer le pouvoir calorifique des rayons lunaires, ou du moins à fixer une limite maximum à ce pouvoir.

» A cet effet, je me suis servi d'un thermomètre différentiel de Leslie. Les deux boules, de 5 centimètres de diamètre, sont noircies au noir de fumée, elles sont distantes d'environ 2 centimètres; elles sont placées à la même hauteur, et reliées par un tube capillaire de 85 centimètres de longueur, replié en deux branches parallèles. Ces deux branches sont inclinées à l'horizon de 4 ou 5 degrés seulement, et à moitié remplies d'alcool amylique coloré par du bleu d'aniline.

» L'une des branches porte une échelle arbitraire en millimètres. La graduation de l'instrument, faite avec deux thermomètres à mercure très-sensibles, a donné une course de $270^d,4$ pour une différence de température de $1^o,16$, ce qui donne $0^o,00429$ pour la valeur d'une division en degrés. Comme, avec une lunette, on peut aisément évaluer un dixième de division, l'instrument peut accuser des demi-millièmes de degré.

» Les deux boules du thermomètre sont recouvertes d'une cloche de verre bien uni; la cloche elle-même est renfermée dans une caisse de bois, noircie à l'intérieur, mais dont l'une des faces, placée dans le plan des boules, est ouverte pour recevoir les rayons lunaires.

» Ces rayons ont été concentrés par une forte lentille, de $0^m,90$ de diamètre et de $2^m,50$ environ de distance focale.

» L'image de la lune a été projetée alternativement pendant dix minutes sur chacune des boules. L'expérience a duré deux heures, pendant lesquelles une petite lunette à réticule restait pointée sur l'extrémité de la colonne. Le 17 septembre, jour de l'expérience, de 8 à 10 heures du soir, le ciel étant très-pur, et la lune aux 8 dixièmes étant très-brillante, la colonne n'a pas varié d'une manière appréciable, ni dans un sens, ni dans l'autre, pendant toute la durée de l'observation. Les variations de la température extérieure ont été sans action sur le thermomètre, et le passage de la lumière lunaire d'une boule à l'autre, qui aurait dû doubler l'effet, n'a pas changé d'un dixième de division la position de la colonne. En tenant compte du rapport des diamètres de la lentille et des boules de l'instrument, et en

admettant que le verre très-impur de cette lentille ne laisse arriver aux boules que les deux tiers de la lumière reçue, un déplacement de l'index d'un dixième de division donnerait à la lumière directe de la lune le pouvoir d'échauffer, d'un millionième de degré, la température d'une boule de verre très-mince, noircie au noir de fumée. La force vive de la lumière lunaire n'est pas nulle, mais elle est inférieure à cette limite.

» Cette expérience n'indique rien quant à la température propre de la lune comparée à celle des espaces planétaires. C'est à une autre méthode que je me propose de demander la solution de cette seconde question. »

« **M. le Secrétaire perpétuel** rappelle que lord Rosse, fils de l'illustre Astronome dont les travaux et les encouragements ont été si profitables aux progrès de l'Astronomie, a publié récemment des observations nombreuses, desquelles il résulterait, au contraire, que la lune nous envoie une quantité de chaleur très-appréciable et proportionnelle à la surface éclairée de notre satellite. Les procédés de lord Rosse reposent sur l'emploi d'un miroir concave et des piles thermo-électriques; ils diffèrent par conséquent de ceux de M. Marié-Davy. »

CHIMIE. — *Procédé pour préparer l'azote.* Note de **M. F.-C. Calvert**, présentée par M. Chevreul.

« La lecture de l'intéressant Mémoire de MM. H. Sainte-Claire Deville et Hautefeuille sur la mesure des propriétés explosibles du chlorure d'azote et leur nouveau moyen pour préparer en grande quantité le chlorure d'azote, à l'aide de l'action de l'hypochlorite de chaux sur l'ammoniaque, m'encouragent à croire qu'il ne sera peut-être pas sans intérêt pour l'Académie de recevoir la communication d'un procédé que j'emploie, dans mon laboratoire, pour obtenir l'azote en grande quantité. La réaction chimique qui me permet d'obtenir ce résultat, qui jusqu'ici demandait beaucoup de temps et des appareils compliqués, consiste à mélanger une solution d'hypochlorite de chaux avec du sulfate d'ammoniaque; par exemple, j'emploie 200 centimètres cubes d'une solution d'hypochlorite de chaux contenant 5,14 d'acide hypochloreux, auquel j'ajoute 1,146 de sulfate d'ammoniaque desséché à 220 degrés; le gaz azote se dégage immédiatement, même à froid; mais, pour obtenir tout l'azote, il faut chauffer légèrement vers la fin de l'opération. Le mélange dans les proportions décrites m'a donné, dans l'espace d'une heure, 192 centimètres cubes d'azote : la quantité théorique est 194 centimètres cubes.

» Je prends ici la liberté d'occuper pendant quelques minutes l'attention de l'Académie, en la priant de vouloir bien me permettre de prendre date du fait que j'ai observé, que toutes les matières azotées animales telles que l'albumine, la fibrine, la gélatine, la soie, les plumes donnent un dégagement abondant d'azote et d'acide carbonique lorsqu'on les mêle à froid, et surtout à chaud, avec une solution d'hypochlorite de chaux, et sous peu j'espère avoir l'honneur de lui communiquer un résumé de mes recherches. »

PHYSIOLOGIE. — *Perturbations de la respiration, de la circulation et surtout de la calorification à de grandes hauteurs, sur le mont Blanc.* Note de **M. Lortet**, présentée par M. Milne Edwards.

« Les 17 et 26 août 1869, j'ai fait deux fois l'ascension de la plus haute cime du mont Blanc. Dans l'intervalle, j'ai passé deux fois le col du Géant; et avant mon retour à Lyon, j'ai encore franchi d'autres cols élevés et escaladé plusieurs sommités secondaires pour vérifier les résultats que j'avais obtenus au point du trouble que le séjour ou la marche à de grandes hauteurs peuvent amener dans différentes fonctions physiologiques. Les instruments qui m'ont servi à apprécier ces phénomènes sont: l'anapnographe de Bergeon et Kastus, le sphygmographe de Marey, des thermomètres spéciaux maxima à bulle d'air et à index, construits par Baudin et pouvant donner facilement le centième de degré.

» A mesure qu'on s'élève d'une basse région à une altitude très-considérable, le trouble des fonctions physiologiques devient de plus en plus grand. A peine appréciable en allant de Lyon à Chamounix, c'est-à-dire en passant d'une hauteur de 200 mètres à une altitude de 1050 mètres, il est, au contraire, très-sensible de Chamounix aux Grands-Mulets (de 1000 à 3050 mètres); plus sensible encore des Grands-Mulets au Grand-Plateau du mont Blanc (de 3050 à 3932 mètres); enfin, ce trouble devient très-considérable du Grand-Plateau aux Bosses-du-Dromadaire (4556 mètres) et au sommet de la calotte du mont Blanc (4810 mètres). Nous allons passer en revue les variations que subissent la respiration, la circulation et la température intérieure du corps aux différentes altitudes, soit pendant la marche, soit après un temps de repos convenable.

» *Respiration.* — Depuis Chamounix jusqu'au Grand-Plateau, de 1050 à 3932 mètres, les troubles de la respiration sont peu marqués chez tous ceux qui savent marcher dans les hautes montagnes, qui tiennent la tête

baissée pour diminuer l'orifice des voies respiratoires, qui respirent par l'orifice nasal seulement, la bouche étant fermée, en ayant soin de sucer un petit corps inerte, tel qu'une noisette ou une pierre, ce qui augmente la sécrétion salivaire. De Chamounix au Grand-Plateau, le nombre des mouvements respiratoires est à peine modifié, nous trouvons 24 par minute, comme à Lyon et à Chamounix. Mais du Grand-Plateau aux Bosses-du-Dromadaire et de celles-ci au sommet, nous trouvons 36 mouvements par minute. La respiration est très-courte et très-gênée; il semble que les muscles pectoraux deviennent raides et que les côtes soient serrées dans un étau. Au sommet, après deux heures de repos, ces malaises disparaissent petit à petit. La respiration redescend à 25 par minute, mais elle reste gênée, et l'anapnographe montre que la quantité d'air inspirée et expirée est beaucoup moindre que dans la plaine. Cet air étant soumis à une très-basse pression, la quantité d'oxygène mise dans un temps donné en contact avec le sang est nécessairement très-petite.

» *Circulation.* — Pendant l'ascension, quoique la marche soit excessivement lente, la circulation est extrêmement accélérée. A Lyon, au repos et à jeun, le chiffre moyen de mes pulsations est de 64 par minute. En montant de Chamounix au sommet du mont Blanc, ce chiffre s'élève progressivement, suivant les altitudes, à 80, 108, 116, 128, 136, et enfin, en montant la dernière arête qui conduit des Bosses au sommet, à 160 et plus par minute. Ces arêtes, il est vrai, sont excessivement raides, elles ont de 45 à 50 degrés d'inclinaison, mais la lenteur de la marche est extrême, on ne fait guère plus de 32 pas par minute et souvent moins. Le pouls est fébrile, rapide et misérable. On sent que l'artère est presque vide. Aussi la moindre pression arrête le courant sanguin dans le vaisseau. Le sang doit passer avec une grande rapidité dans les poumons, rapidité qui est une cause de plus de la mauvaise oxygénation qu'il subit déjà à cause de la raréfaction de l'air. A partir de 4500 mètres, les veines des mains, des avant-bras et des tempes se gonflent, et tout le monde, y compris les guides, ressent une lourdeur de tête et une somnolence souvent très-pénible, due évidemment à une stase veineuse et à un défaut d'oxygénation du sang. Même après deux heures d'un repos complet et à jeun, le pouls reste toujours entre 90 et 108. Le sphygmographe, appliqué au poignet après une heure de repos, montre une tension extrêmement faible et un dicrotisme des plus prononcés. D'après M. Marey, ce défaut de tension doit tenir à ce que, par suite du mouvement musculaire, l'écoulement du sang se fait plus rapidement à travers les petits vaisseaux. Lorsque le sphygmographe est appliqué sur

des sujets atteints du mal de montagne, on a des courbes qui ressemblent tout à fait à celles qu'on obtient dans les cas d'algidité. Le pouls est si misérable que le ressort de l'instrument est à peine soulevé. Cela seul indiquerait déjà un refroidissement général du corps.

» *Température intérieure du corps.* — La température intérieure du corps a toujours été prise avec le plus grand soin aux différentes altitudes, le thermomètre étant placé dans la bouche sous la langue, l'orifice buccal étant toujours hermétiquement fermé et la respiration ne s'effectuant que par le nez. Le thermomètre employé était un maxima de Walferdin à index permettant d'apprécier entre + 30 et + 40 degrés les centièmes de degré. L'index rendait la lecture facile et empêchait toute erreur. L'instrument a toujours été laissé dans la bouche quinze minutes au moins, temps bien plus que suffisant pour lui permettre d'atteindre son maxima.

» *A jeun,* et exactement dans les mêmes conditions, *pendant la marche, la décroissance* de la température intérieure du corps est très-remarquable et *est proportionnelle à l'altitude* à laquelle on se trouve. C'est ce qu'il est facile de constater par le tableau suivant résumant les observations faites sur moi-même pendant mes deux ascensions au mont Blanc :

Température prise sous la langue.

Noms des stations.	Altitudes en mètres.	Ascension du 17 août 1869.		Ascension du 26 août 1869.		Température de l'air.	
		Immobile.	En marche.	Immobile.	En marche.	17 août.	26 août.
Lyon	200	36,4	36,2			+22,7	
Chamounix	1050	36,5	36,3	37,0	35,3	+10,1	+12,4
Cascade-du-Dard	1500	36,4	35,7	36,3	34,3	+11,2	+13,4
Chalet-de-la-Para	1605	36,6	34,8	36,3	34,2	+11,8	+13,6
Pierre-Pointue	2049	36,5	33,3	36,4	33,4	+13,2	+14,1
Grands-Mulets	3050	36,5	33,1	36,3	33,3	— 0,3	— 1,5
Grand-Plateau	3932	36,3	32,8	36,7	32,5	— 8,2	— 6,4
Bosses-du-Dromadaire	4556	36,4	32,2	35,7	32,3	—10,3	— 4,2
Sommet du mont Blanc	4810	36,3	32,0	36,6	31,8	— 9,1	— 3,4

» On peut donc constater que, pendant les efforts musculaires de l'ascension, la température intérieure du corps peut baisser, lorsqu'on s'élève de 1050 à 4810 mètres, de 4 et de 6 degrés, en négligeant les fractions, abaissement énorme pour les mammifères! Dès qu'on s'arrête pendant quelques secondes la température remonte brusquement tout près de son maximum normal. Au sommet du mont Blanc cependant, où tout le monde ressent un

peu de malaise, il a fallu près d'une demi-heure pour que le thermomètre atteignît sa hauteur normale. Ces données ne sont plus vraies pendant la digestion. Alors, malgré les efforts que l'ascension nécessite, la température se maintient aux environs de 36 à 37 degrés et dépasse même 37°,3. L'influence de la nourriture ne se fait pas sentir très-longtemps; une heure à peine après avoir mangé, le corps se refroidit de nouveau par les efforts.

» D'où provient cet abaissement de température? A l'état de repos, et à jeun, l'homme brûle les matériaux de son sang, et la chaleur développée est employée tout entière à maintenir sa température constante au milieu des variations de l'atmosphère. En plaine, et par des efforts mécaniques, l'intensité des combustions respiratoires, comme l'a montré M. Gavarret, augmente proportionnellement à la dépense des forces. Il y a transformation de chaleur en force mécanique; mais à cause de la densité de l'air et de la quantité d'oxygène inspiré, il y a assez de chaleur formée pour subvenir à cette dépense. Dans la montagne, au contraire, surtout à de grandes altitudes et sur les pentes neigeuses très-raides, où le travail mécanique de l'ascension est considérable, il faut une quantité de chaleur énorme pour être transformée en force musculaire. Cette dépense de force *use plus de chaleur* que l'organisme ne peut en fournir; de là, un refroidissement sensible du corps, et les haltes fréquentes qu'on est obligé de faire pour le *réchauffer*. Quoique le corps soit brûlant, quoiqu'il soit souvent tout en transpiration, il se refroidit en montant, parce qu'il use trop de chaleur, et que la combustion respiratoire ne peut en fournir une quantité suffisante à cause du peu de densité de l'air. Cette raréfaction de l'air fait qu'à chaque inspiration il entre moins d'oxygène dans les poumons dans un lieu élevé que dans la plaine. La rapidité de la circulation est encore une cause de refroidissement, le sang n'ayant pas le temps de s'oxygéner convenablement. A une grande hauteur, comme l'a remarqué M. Gavarret, les mouvements respiratoires et circulatoires s'accélèrent non-seulement pour rendre possible l'absorption d'une quantité d'oxygène convenable, mais aussi pour débarrasser le sang de l'acide carbonique dissous. Mais cette exhalation gazeuse, bien que très-active, n'est plus suffisante pour maintenir la composition normale du sang, qui reste sursaturé d'acide carbonique; de là la céphalalgie occipitale, les nausées, une somnolence souvent irrésistible et un refroidissement encore plus considérable, qui atteignent ordinairement voyageurs et guides, à partir de 4000 ou 4500 mètres d'altitude. Les malaises connus sous le nom de *mal de montagne*, qui ont atteint

avec une grande intensité deux de mes compagnons, sont dus surtout à ce refroidisssement considérable du corps et probablement aussi à une viciation du sang par l'acide carbonique. Quand on est en état de digestion, le refroidissement devient presque nul; c'est ce qui explique l'habitude qu'ont les guides de faire manger toutes les deux heures environ. Malheureusement à partir de 4500 mètres, l'inappétence devient ordinairement telle, qu'il est le plus souvent impossible d'avaler quelques bouchées de nourriture.

» Les sécrétions ne m'ont rien offert de particulier. Les urines ne contiennent ni sucre ni albumine, mais elles sont notablement diminuées. »

ZOOLOGIE. — *Note sur l'Hyponome Sarsi, espèce récente du groupe des Echinodermes Cystidés.* Note de **M. S. Lovén**, présentée par M. Milne Edwards.

« L'apparence générale de cet Échinoderme remarquable est celle d'une Astéride ou d'une Euryalide. Il en a le disque, convexe en dessous, aplati au-dessus, et cinq bras trapus, dont chacun se divise en deux branches courtes, dichotomes, et terminées en quatre lobes tronqués et arrondis. Comme dans les genres récents de l'Antedon et du Pentacrinus une proboscis, en forme de tube conique, s'élève dans l'un des espaces interradiaires du disque ventral, et d'un point situé un peu en avant du centre de cette même surface on voit cinq canaux très-étroits, bordés d'écailles marginales, rayonner vers les bras, sur lesquels ils se bifurquent trois fois, en envoyant de petits canaux latéraux à certaines protubérances sacciformes régulièrement espacées. Aucune trace de pinnules. Sur les protubérances et sur les bras, ces canaux sont ouverts, mais sur le disque, entre leur première bifurcation et leur point d'origine, leurs écailles marginales se ferment, d'un bord à l'autre, en forme de voûte, de manière que les cinq canaux sont transformés en autant de conduits couverts, convergeant vers une ouverture commune, cachée sous le tégument et non visible de dehors.

» Dans l'intérieur de ces canaux sous-cutanés je trouvais des amas de Crustacés microscopiques, de Bilvalves à l'état de larves et d'autres restes de la dernière nourriture prise par l'animal, apparemment par les parties ouvertes des canaux, et arrêtée sur son chemin vers la bouche. Sur les bras, près de leurs extrémités, on voit un petit nombre de pores épars, qui paraissent indiquer l'existence d'organes rétractiles.

» La face ventrale du disque est revêtue d'écailles blanchâtres petites et serrées, d'une forme peu régulière, parmi lesquelles on distingue, en certains

endroits, des groupe de six ou sept plus grandes, disposées en rosette. Ce tégument écailleux de la face ventrale du disque s'étend en arrière, entre les bras et leur bifurcation jusque sur la face dorsale, où il se termine avec une grande régularité par des espaces triangulaires dirigés vers le centre. Le reste de la face dorsale du disque, qui, par suite de cette disposition, prend la forme d'une étoile régulière à cinq rayons larges et dichotomes, est revêtu d'un tégument brunâtre, uni et mou. Il n'y a pas de trace d'un calice, ni d'une tige; le centre du disque dorsal aplati présente un espace presque pentagonal perforé d'un grand nombre de pores très-petits.

» On ne peut pas douter que les cinq canaux radiants de la face ventrale de l'Hyponome ne soient homologues à ceux de l'Antedon et du Pentacrine. Mais chez ceux-ci ils sont ouverts partout et aboutissent à une bouche béante en dehors. La disposition si différente qui existe chez l'Hyponome n'a pas été observée jusqu'ici chez aucune espèce des Crinoïdes récents, et ce n'est que chez les genres fossiles de l'âge paléozoïque que l'on trouve une structure semblable. M. Huxley et l'habile paléontologiste du Canada, M. Billings, ont en effet déjà démontré que cette disposition est un des caractères principaux des Crinoïdes et des Cystidés de cette période ancienne. Par l'absence complète d'un calice, l'Hyponome est éloignée du groupe des Crinoïdes propres, tandis que, parmi les Cystidés, elle rappelle le genre Agélacrénites de Vanuxem, par la forme déprimée de son corps, par son tégument écailleux, par sa face dorsale aplatie et privée de toute trace d'une tige, et peut-être aussi par l'absence de pinnules et de rhombes pectinés. Chez les Glyptocystites de Billings, les Glyptosphærites de John Müller, et d'autres, on retrouve les protubérances sacciformes recevant de petits canaux dérivés, et dans les Sphærocystites et Callocystites de Hall on voit les canaux bifurqués. Enfin c'est en commun avec les Crinoïdes vivants de nos jours que l'Hyponome a sa forme radiaire et sa proboscis simplement conique et dépourvue de valvules.

» Le spécimen décrit, qui fait partie des collections du Musée d'Histoire naturelle de Stockholm, a été trouvé au Cap York, dans le détroit de Torrès. C'est dans ces mers, où vit encore le Nautilus, qu'existe aussi cet autre type ancien des Cystidés, contemporains des Trilobites, mais perdus de vue depuis la période carbonifère. Les recherches paléontologiques en révéleront sans doute la présence dans les formations intermédiaires. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches concernant les microzymas du sang et la nature de la fibrine; par* **MM. A. Béchamp** *et* **A. Estor.**

« Le 15 février 1869, nous avons eu l'honneur d'annoncer à l'Académie la conclusion d'une série d'expériences qui était ainsi conçue : « Ce qu'on » appelle la fibrine du sang n'est qu'une fausse membrane, formée par les » microzymas du sang associés par une substance qu'ils sécrètent à l'aide » des éléments albuminoïdes de ce liquide. » Nous pouvons, aujourd'hui, faire connaître les faits principaux qui autorisent cette conclusion.

» Dans une série de Communications, nous avons montré l'importance des microzymas dans le fonctionnement des cellules (du foie en particulier) (1); nous devions, naturellement, nous préoccuper de leur présence et de leur rôle dans le liquide sanguin. Guidés par les faits déjà publiés par nous, nous avons cherché les microzymas dans le sang; nous les y avons toujours trouvés. Il existe, dans le sang de tous les animaux que nous avons examinés (chien, chat, bœuf, lapin, reptiles), un nombre infini de granulations moléculaires mobiles, ayant tous les caractères des microzymas. Pour que l'observation soit concluante, il faut qu'elle porte sur du sang sortant des vaisseaux, avant la formation du caillot, avant la formation de la fibrine, et surtout sur du sang que l'on sait donner peu de cette substance : le sang des animaux très-jeunes est dans ce cas. Nous nous sommes ordinairement servis de petits chats de trois à quarante jours. Au milieu des globules, on voit toujours, dans ces conditions, un nombre innombrable de microzymas. Ils sont assez semblables à ceux du foie; ils sont cependant plus petits et plus transparents que ces derniers. C'est, sans doute, à cause de leur ténuité et de leur transparence qu'ils ont échappé généralement à l'observation des histologistes. Après leur action sur la fécule et sur le sucre de canne, et leur transformation à l'état de chapelets de deux à vingt granulations, ils sont positivement insolubles dans l'acide acétique et dans la potasse au dixième. Dans le sang et dans la fibrine récente, ils sont déjà très-ténus et transparents; après l'addition de l'acide acétique, ils le deviennent à un tel degré qu'il est difficile de se prononcer sur leur résistance à l'action du réactif.

» *Des granulations moléculaires dans la fibrine.* — Dans le sang défibriné, la presque totalité des granulations moléculaires a disparu; que sont-elles devenues? Elles sont dans la fibrine. Dans certains cas, l'observation directe

(1) *Comptes rendus*, t. LXVI, p. 421 et p. 859.

suffit à la démonstration : la petite quantité de fibrine fournie par le sang des petits chats se présente sous la forme de petits lambeaux minces et transparents dans lesquels le microscope (obj. 7 de Nachet) montre clairement les microzymas : on dirait de la mère de vinaigre très-finement granuleuse (1). Mais c'est surtout par l'étude de leur évolution ultérieure que les renseignements les plus instructifs nous ont été fournis. Ces microzymas, comme tous ceux que nous avons déjà étudiés, se transforment en chapelets de granulations et en bactéries : on peut, en quelque sorte, suivre de l'œil ces évolutions.

» *Disposition des expériences.* — Nous recevons le sang dans un peu d'eau créosotée (afin d'annihiler les influences étrangères), et aussitôt que, par le battage, la fibrine est séparée, nous la lavons dans un courant rapide d'eau, à laquelle on ajoute souvent de l'eau créosotée. Lorsque le lavage est parfait, qu'elle est complétement blanche, sans la toucher avec les doigts, on l'introduit :

» *a.* Dans de l'empois de fécule créosoté, préparé au moment de s'en servir;

» *b.* Dans de l'empois de fécule créosoté additionné de carbonate de chaux, préparé lui-même, au même instant, dans des liqueurs bouillantes et créosotées;

» *c.* Dans du sucre de canne dissous à l'ébullition et créosoté;

» *d.* Dans la même eau sucrée créosotée additionnée de carbonate de chaux, préparé, comme ci-dessus, au moment même.

» Les fioles contenant les mélanges sont aussitôt hermétiquement bouchées, et placées dans une étuve dont la température varie de 25 à 35 degrés. Voici ce que l'on observe :

» L'empois est rapidement fluidifié, souvent au bout de cinq à six heures, douze à vingt-quatre heures au plus : la fluidification précède généralement toute apparition de formes différentes des microzymas qui composent la fibrine; puis la fibrine disparaît à son tour, elle se désagrége de plus en plus, et à sa place on trouve bientôt toutes les formes intermédiaires entre le microzyma et la bactérie.

» Dans l'eau sucrée, les choses se passent généralement de la même manière, relativement à l'évolution des microzymas de la fibrine; on note seulement que le phénomène s'y produit plus lentement et que le sucre ne se trouve interverti que lorsque l'évolution a eu lieu.

(1) *Comptes rendus*, t. LXVII, p. 877.

» La présence du carbonate de chaux n'a d'autre effet que de hâter l'apparition des diverses phases du phénomène. Telle est la marche générale : on peut seulement noter de légères différences, qui paraissent tenir à l'âge et à l'espèce de l'animal, à la région dont le sang provient et à son état veineux ou artériel.

» Dans la plupart des cas, cette disparition de la fibrine est trop rapide pour une observation minutieuse des faits. Un moyen de la ralentir nous est offert par la propriété que possèdent les microzymas de la fibrine, de n'être pas tués par la température de l'eau bouillante. Parmi les nombreuses expériences que nous avons tentées, nous en choisissons une qui peut, en quelque sorte, servir de type.

» On place une canule dans la veine crurale d'un chien de taille moyenne, et l'on recueille environ 60 grammes de sang dans une capsule de porcelaine, contenant déjà quelques centimètres cubes d'eau distillée créosotée. Ce sang est immédiatement battu : on sépare ainsi une certaine quantité de fibrine, qui est lavée, comme il a été dit, avec de l'eau distillée créosotée. Cette fibrine est mise à bouillir pendant cinq minutes avec de l'eau distillée créosotée; elle est alors introduite dans l'empois créosoté et bouillant. La fiole est fermée, le mélange étant encore à l'ébullition, puis mise à l'étuve. Le lendemain, aucune trace de liquéfaction ne s'est encore manifestée; le surlendemain, la liquéfaction est commencée; le troisième jour, l'empois est encore légèrement visqueux. On se livre cependant à un examen qui donne les résultats suivants : dans le liquide, bon nombre de bactéries; dans quelques fragments ténus de fibrine et transparents, on voit très-nettement les microzymas, des microzymas un peu allongés et des bactéries. Un bâtonnet, formé de trois bactéries bout à bout, se détache, au moment même de l'observation, d'un petit amas composé d'une foule d'autres petits bâtonnets semblables, et se meut dans le liquide avec le balancement caractéristique. D'autres fois, il nous est arrivé de voir de longs chapelets se détacher d'une plaque formée simplement de granulations, et les granulations du chapelet faisant nettement suite à un certain nombre de granulations de la plaque.

» La fibrine, en cela comparable à *la mère de vinaigre* (1), est donc une sorte de membrane formée des microzymas du sang, puisque, comme elle, dans des circonstances déterminées, elle fournit des bactéries, grâce à l'évolution de ces microzymas.

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 877.

» La formation du caillot et la séparation de la fibrine du sang, de même que d'autres phénomènes du même ordre, autrefois difficilement expliqués, le sont aujourd'hui par une cause purement physiologique.

» Il reste maintenant à indiquer le mode d'action des microzymas du sang, en tant que ferments organisés. Un prochain travail démontrera que leur fonction varie avec les diverses phases de leur évolution. Dans les premiers temps, ils se bornent à produire la zymose, qui fluidifie la fécule; ensuite, en présence du carbonate de chaux pur, et tandis qu'ils évoluent, ils se comportent à la fois comme ferment alcoolique, acétique, butyrique et lactique (1).

» Conformément à ces faits, il est impossible de ne pas admettre l'organisation des microzymas, dans le même sens que l'organisation de la cellule, c'est-à-dire un contenant enfermant un contenu. Il est tout aussi impossible de considérer des organismes aussi actifs comme sans fonction dans le sang. Dans un prochain travail, nous essayerons de montrer quel lien rattache le globule sanguin et sa fonction aux microzymas. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Note sur une nouvelle poudre à tirer; par* **M. Brugère.**

« Le picrate d'ammoniaque, au contact d'un corps en ignition, ne détone pas, comme la plupart des autres picrates; il s'enflamme sans explosion, brûle lentement avec une flamme rougeâtre et laisse un fort dépôt de charbon.

» Nous avons eu l'idée d'associer ce corps si riche en gaz avec du salpêtre, et nous avons ainsi obtenu des *poudres lentes*, dont la vitesse de combustion varie suivant les proportions des deux composants. Celle qui nous a paru devoir donner les meilleurs résultats comme poudre à tirer est formée de

54 parties de picrate d'ammoniaque,
et de 46 parties de salpêtre.

» Dans la combustion de ce mélange, tout le charbon est brûlé; le résidu ne comprend que du carbonate de potasse. La formule suivante

(1) Un grand nombre d'expériences, servant de témoins, nous ont prouvé que rien d'étranger n'intervenait dans nos essais. D'ailleurs, nous avons pu conserver, sans altération aucune, sans transformation de ses granulations moléculaires, pendant plus de six mois, de la fibrine dans l'eau distillée créosotée.

explique la réaction :

$$C^{12}H^2(AzO^4)^3AzH^4O^2 + 2(KO, AzO^5)$$
$$= 10CO^2 + 6Az + 6H + 2(KO, CO^2).$$

(Nous admettons, ce qui est sensiblement vrai, que les produits gazeux provenant de la combustion de cette poudre, dans une capacité fermée, ne comprennent, à l'exception de l'acide carbonique, que des gaz permanents.)

» D'après ces équivalents, 100 grammes de cette poudre devraient fournir, en brûlant, $38^{gr},86$ de carbonate de potasse et $69^{gr},14$ de produits gazeux occupant, à la température zéro et sous la pression normale, un volume de $52^{lit}05$; mais nous avons reconnu que, dans la pratique, la proportion de gaz est moins forte, et que le volume gazeux produit par 100 grammes de poudre n'est que de 48 litres. 100 grammes de poudre ordinaire, d'après MM. Bunsen et Schischkoff, donnent, par leur combustion, $68^{gr},06$ de résidu solide, et $31^{gr},38$ de produits gazeux, qui, à zéro, sous la pression normale, occupent un volume de $19^{lit},094$. On voit donc que le rapport des volumes gazeux produits par la combustion de ces deux poudres est $\frac{48}{19,094}$ ou 2,5 environ.

» La poudre au picrate d'ammoniaque, dont nous venons d'indiquer la composition, s'enflamme, avec détonation, par l'approche d'un corps en ignition; mais elle ne détone sous l'action d'aucun choc. Chauffée avec précaution (dans un bain de sable, par exemple), elle ne subit aucune modification jusqu'à la température de 150 degrés; elle prend alors une teinte rouge-orangée. A 190 degrés, le picrate d'ammoniaque commence à se volatiliser sous la forme de vapeurs jaunes, devenant plus épaisses à mesure que la température s'élève; à 300 degrés, le salpêtre fond, et à 310 degrés l'explosion a lieu. Si l'on prend le soin de maintenir la température entre 200 et 250 degrés, on peut, par volatilisation, enlever tout le picrate d'ammoniaque.

» Cette poudre, réduite à l'état de *galette*, brûle avec une vitesse moyenne de $0^m,006$ par seconde (la vitesse de combustion de la poudre ordinaire dans le même état est de $0^m,011$ par seconde). Nous ne connaissons pas encore sa température de combustion; mais nous nous proposons de la déterminer plus tard, et de la comparer à celle de la poudre ordinaire.

» Soumise à l'action prolongée de l'eau, elle se décompose et donne naissance à du picrate de potasse et à de l'azotate d'ammoniaque.

» D'après les expériences que nous avons faites pendant quatre mois, soit dans notre laboratoire, soit au polygone de l'École d'artillerie de Grenoble, nous pensons que la poudre au picrate d'ammoniaque présente sur la poudre ordinaire les avantages suivants :

» 1° *Elle est plus homogène;* par suite, *les effets qu'elle produit sont plus réguliers.* Elle est, en effet, formée de deux corps qui, cristallisant facilement, peuvent être obtenus dans le plus grand état de pureté.

» 2° *Elle est moins hygrométrique :* 2 grammes de cette poudre, desséchés à la chaux vive et exposés ensuite à l'air de notre laboratoire, ont absorbé $0^{gr},007$ d'eau, tandis que 2 grammes de poudre ordinaire, placés dans les mêmes conditions, en ont absorbé $0^{gr},025$.

» 3° *A égalité de poids, l'effet produit est beaucoup plus considérable.* Nous avons, à différentes reprises, tiré plusieurs cartouches dans un fusil Chassepot, et nous avons reconnu que $2^{gr},60$ de cette poudre communiquaient à la balle la même vitesse que la charge réglementaire ($5^{gr},50$ de poudre ordinaire). Nos cartouches étaient ramenées à la longueur réglementaire, au moyen de douze petites rondelles interposées entre la charge et la balle; ces rondelles absorbaient naturellement une partie notable de la force développée par les gaz de notre poudre.

» 4° *Le résidu solide est moindre* (le quart environ, à égalité d'effet produit).

» 5° *Le résidu, formé presque exclusivement de carbonate de potasse, est sans action sur les métaux.*

» 6° *La fumée est presque supprimée et n'a aucune odeur.* Celle qui se produit est due à un nuage de vapeur d'eau, provenant de la combinaison de l'oxygène de l'air avec l'hydrogène à l'état naissant.

» Quant à la dureté des grains, à leur densité et à la température à laquelle ils s'enflamment, elles sont sensiblement les mêmes pour cette poudre et pour la poudre ordinaire.

» La poudre au picrate d'ammoniaque coûte actuellement 4 francs le kilogramme. A égalité d'effet produit, les prix de revient de cette poudre et de la poudre ordinaire diffèrent très-peu.

» Les expériences de tir que nous avons faites ne sont pas encore assez nombreuses pour nous permettre d'avoir des données certaines sur toutes les propriétés de la poudre que nous avons étudiée; mais nous nous proposons de les compléter et de les faire sur une plus vaste échelle, si, comme nous l'espérons, nous y sommes autorisés par S. Exc. M. le Ministre de la Guerre.

» Le picrate d'ammoniaque, uni au bichromate de potasse, donne une poudre qui ne nous a pas paru brisante; mais le résidu, formé de carbonate de potasse et de sesquioxyde de chrome, est considérable, et nous n'avons pas fait sur cette poudre d'expériences de tir.

» En mélangeant

25 grammes	de picrate d'ammoniaque,	
67	»	d'azotate de baryte,
et 8	»	de soufre,

on obtient une poudre brûlant très-lentement et par couches successives. Sa vitesse de combustion est de $0^m,040$ par minute, c'est-à-dire vingt fois plus petite que celle de la poudre ordinaire. La flamme qu'elle répand est excessivement vive, et possède un beau reflet vert. Ce mélange pourrait être employé, soit comme *feu de Bengale,* soit comme *artifice d'éclairage*. Il présenterait le grand avantage de donner peu de fumée en brûlant et de n'avoir aucune odeur. »

M. de Salanone adresse à l'Académie les énoncés de deux propositions de géométrie.

Ce document sera soumis à l'examen de M. Serret.

M. Lourme adresse une Note relative à l'emploi du sulfate d'alumine, en solution concentrée, dans la pile de Daniell.

La séance est levée à 5 heures un quart. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 20 septembre 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

Le Jardin fruitier du Muséum; par M. J. Decaisne, Membre de l'Institut, 101e livraison. Paris, 1869; in-4°, texte et planches.

Étude sur les terrains triasique et jurassique et les gisements de minerai de fer du département de l'Ardèche; par M. Ch. Ledoux, *avec Carte géologique dressée par* M. Ch. Ledoux, *avec le concours de* M. Thomas, garde-mines. Paris et Privas, 1868; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Reims, t. VI, n° 32, mai-juin 1869. Reims et Paris. 1869; in-8°.

Comptabilité; par M. A. BEAUCHERY. Lille, 1868; in-8°.

Mémoires et publications de la Société des Sciences, des Arts et des Lettres du Hainaut. Mons, 1869; 1 vol. in-8°.

Archives du Musée Teyler, t. II, 3e fascicule. Harlem, 1869; grand in-8°.

Minutes... *Procès-verbaux de l'Institution des Ingénieurs civils*, t. XXVII, session 1867-1868. Londres, 1868; in-8° relié.

On... *Sur l'acide hydrofluorique; par* M. G. GORE. Birmingham, 1868; in-4°.

Rivista... *Revue scientifique publiée par l'Académie royale* de' Fisiocritici, *classe des Sciences physiques, sous la direction de* M. G. GIANNUZZI, 1re année, n° 1, juillet 1869. Sienne, 1869; br. in-8°.

Le... *Les aurores boréales de* 1869 *et les phénomènes cosmiques qui les ont accompagnées; par* le P. Fr. DENZA. Turin, 1869; br. in-12.

Sull... *Sur l'albumine du fer et quelques essais chimiques sur l'albumine de l'œuf; par* M. P. PERETTI. Rome, 1869; br. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 6 septembre 1869.)

Page 624, à la demande de M. Linder, le lecteur est prié de remplacer le dernier paragraphe de sa Note par les deux paragraphes ci-dessous :

« Si l'on admet (ce que j'espère pouvoir bientôt démontrer expérimentalement) que le siége de la partie variable du magnétisme terrestre réside dans le noyau fluide de la Terre, la discussion approfondie des variations des coordonnées magnétiques conduit aux conclusions suivantes :

» L'écorce solide du globe et la masse fluide interne sont deux corps indépendants, qui tournent librement l'un dans l'autre. Dans leur ensemble, ils obéissent aux lois astronomiques connues. L'écorce terrestre est soumise aux mêmes lois; mais le noyau éprouve, dans l'intérieur de la Terre, un double mouvement : l'un de *translation*, perpendiculaire à l'axe de rotation du globe; l'autre de *rotation* autour de l'axe magnétique. Le mouvement de translation autour de l'axe de rotation terrestre s'effectue en vingt-quatre heures, avec rétrogradation séculaire des nœuds et nutation de l'orbite; en conséquence, l'axe magnétique se déplace lentement en sens contraire de la rotation terrestre, et ses variations de position déterminent les variations des forces magnétiques du globe. »

Page 643, ligne 17, *au lieu de* M. Borscha, *lisez* M. Bosscha.

COMPTE RENDU
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 SEPTEMBRE 1869.
PRÉSIDENCE DE M. CHEVREUL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Dumas**, avant de procéder au dépouillement de la Correspondance, s'exprime en ces termes :

« J'ai la douleur d'annoncer à l'Académie la mort imprévue de l'un des hommes qui avaient le plus contribué à maintenir élevé le niveau de la science en Angleterre, M. Graham, dont les découvertes excitaient dans cette enceinte même le plus vif intérêt, il y a quelques semaines.

» Thomas Graham, Correspondant de l'Académie des Sciences, né à Glasgow en 1805, était autrefois professeur de chimie à l'Université de Londres, où il avait été remplacé par M. Williamson; il était depuis longtemps Maître de la Monnaie, poste où il avait remplacé lui-même M. Herschell. Il laissera une mémoire justement honorée..

» L'existence constatée des trois modifications de l'acide phosphorique et une bonne définition de la cause d'où elles dérivent; ses belles recherches sur la diffusion, l'osmose et la dyalise; la démonstration que les corps peuvent affecter l'état cristallisé ou l'état colloïdal, et les conséquences qui ne découlent, tant pour la Chimie proprement dite que pour la Physiologie; ses expériences sur le mouvement des gaz et sur leur passage à travers les corps perméables, leur condensation par les divers corps poreux; enfin, ses belles observations sur l'union du palladium et de l'hydrogène; tous ces travaux

possèdent le même caractère, portent la même empreinte : une longue suite dans les idées, une patience inaltérable dans la poursuite des expériences, un sens juste et droit, enfin une large vue de la nature.

» Graham n'était pas un chimiste renfermé dans sa spécialité; ses études embrassaient le champ complet de la science, cet ensemble de vues qu'on désigne de l'autre côté du Détroit sous le nom de *Philosophie naturelle*. Touchant à la fois aux domaines de la Mécanique, de la Physique, de la Physiologie et de la Chimie, mais subordonnés au service de cette dernière science, ses travaux, qui n'ont jamais rien reçu du hasard et qui ont tout obtenu de l'emploi d'une logique serrée, rappelaient son origine et tenaient du philosophe écossais. Ils avaient placé M. Thomas Graham au premier rang parmi les chimistes anglais, et lui assignaient dans le monde savant une situation qui assurait à sa personne tous les respects, et qui entourera sa mémoire de tous les regrets.

» L'Académie m'autorisera, je pense, à faire connaître à sa famille les sentiments que lui fait éprouver l'annonce de la fin prématurée de notre illustre Correspondant. »

M. le Secrétaire perpétuel annonce à l'Académie qu'il a reçu de *M. Jacobi* une Lettre contenant quelques explications relatives à l'origine et à la nature de sa proposition sur le système métrique. M. Jacobi exprimant l'espoir d'être à Paris très-prochainement, M. le Secrétaire perpétuel pense qu'il est préférable de lui laisser développer lui-même, devant l'Académie, les idées qui sont indiquées dans cette Lettre.

MÉMOIRES LUS.

TÉRATOLOGIE. — *Second Mémoire sur le mode de formation des monstres doubles à union antérieure ou à double poitrine; par* **M. Camille Dareste.**

(Renvoi à la Section d'Anatomie et de Zoologie.)

« J'ai lu à l'Académie, il y a six ans (séance du 26 octobre 1863) un Mémoire sur l'origine et le mode de formation des monstres doubles à union antérieure ou à double poitrine, dans lequel je donnais l'explication d'une des questions les plus obscures de la tératologie. Depuis cette époque, j'ai eu occasion d'étudier un certain nombre de ces monstres, observés à différentes phases de leur formation; et j'ai pu m'assurer que si les faits que je signalais alors sont incontestablement vrais, ils ne peuvent cependant s'appliquer, d'une manière complète, qu'à un certain nombre de ces types,

qu'à ceux où la fusion des poitrines coexiste avec la séparation des têtes, c'est-à-dire, à ceux qui ont été décrits par Is. Geoffroy Saint-Hilaire sous les noms de *Sternopages*, d'*Ectopages* et de *Xiphodymes*. Dans les *Janiceps*, les *Iniopes*, les *Synotes* et les *Déradelphes*, type où la fusion des poitrines s'accompagne de la fusion des têtes, l'explication que j'ai donnée dans mon premier Mémoire n'est plus que partiellement vraie, et nécessite l'intervention d'éléments nouveaux, ainsi que je vais en donner la démonstration.

» Il y a dans tous ces monstres, que les têtes soient séparées ou qu'elles soient réunies, quelque chose de commun, c'est le mode de formation de leurs doubles parois thoraciques. Dans l'état normal, la formation des parois thoraciques et abdominales résulte du reploiement des lames viscérales, qui, d'abord étalées à plat sur le jaune, s'infléchissent et se recourbent sur elles-mêmes, puis viennent à se souder au-dessus et au-dessous de l'ombilic par leurs bords extérieurs, qui finissent par occuper le milieu de la face antérieure du corps : soudure par suite de laquelle se constituent supérieurement le sternum et inférieurement la ligne blanche. Lorsque deux embryons développés sur un même vitellus sont placés de telle facon que leurs lames viscérales, au moment où elles se replient, viennent à se rencontrer d'un embryon à l'autre par leurs bords extérieurs, il résulte, de cette rencontre des lames ventrales, ces doubles parois thoraciques dans lesquelles les sternums appartiennent par moitié à chacun des sujets composants. Cette explication que j'ai donnée, il y a six ans, s'applique, sans exception aucune, à tous les monstres doubles à double poitrine.

» Mais si, chez tous ces monstres, l'organisation des parois thoraciques est essentiellement la même, les parties centrales de l'appareil circulatoire présentent deux types d'organisation bien distincts, suivant que les têtes sont distinctes ou confondues; et ces deux types d'organisation se constituent par des procédés tout à fait différents.

» Le premier de ces types, celui qui est caractérisé par la séparation des têtes, a été très-bien décrit par Serres, dans son célèbre Mémoire sur le monstre xiphodyme *Rita-Cristina*, dont il a donné une description anatomique complète. Il a montré que, dans ce monstre double, chacun des sujets composants avait son cœur particulier; que, de ces deux cœurs, l'un était normal et l'autre inverse; et que l'inversion d'un des cœurs, accompagnée d'une inversion splanchnique, était la condition de la symétrie du monstre double. Cette disposition des deux cœurs, qui caractérise tous les monstres doubles à double poitrine et à têtes séparées, s'explique de la

manière la plus simple. Il faut pour cela que deux embryons, développés sur un même blastoderme, dans deux directions très-voisines du parallélisme, présentent, à un certain moment de la formation du cœur, l'un l'anse cardiaque recourbée à sa droite, et l'autre l'anse cardiaque recourbée à sa gauche; et, de plus, que ces deux anses cardiaques occupent l'intervalle qui sépare les deux embryons. Dans ces conditions, comme je l'ai montré, l'un des embryons est normal, l'autre affecté d'inversion splanchnique; et le retournement des embryons sur le vitellus détermine la soudure des lames viscérales dans la région thoracique.

» Dans les monstres doubles à double poitrine, et dont les têtes sont confondues, les parties centrales de l'appareil circulatoire sont constituées sur un tout autre type, et présentent un fait très-important d'anatomie tératologique que Serres et Is. Geoffroy Saint-Hilaire n'ont point connu, et que mes recherches embryogéniques ont mis en pleine évidence.

» Il y a bien ici deux cœurs, comme dans les types précédents; mais ces cœurs sont différemment situés, car ils sont placés sur le plan d'union des embryons, tandis que, chez les Sternopages, ils sont placés en dehors de ce plan, n'appartiennent pas en propre à chacun des sujets, et résultent de l'union de deux moitiés provenant de chacun des sujets composants. Ils présentent ainsi une application remarquable de la loi de formation des organes impairs qui, chez les monstres doubles, existent sur le plan d'union des embryons : application d'autant plus remarquable que, jusqu'à ces derniers temps, le cœur a toujours paru échapper à la loi de symétrie. Aussi j'ai pendant longtemps rejeté cette explication, et je ne l'ai admise que lorsque mes recherches sur la duplicité primitive du cœur m'en ont démontré la complète exactitude.

» En effet, j'ai constaté, il y a trois ans, que, contrairement à toutes les idées alors admises en embryogénie, le cœur résulte de l'union de deux blastèmes, primitivement séparés, mais qui ne tardent pas à se conjoindre sur la ligne médiane. Dans les monstres dont je m'occupe actuellement, chacun de ces blastèmes cardiaques primitifs, au lieu de s'unir avec l'autre blastème cardiaque du même sujet, s'unit avec l'un des blastèmes cardiaques de l'autre sujet; et ainsi se forment ces organes, dont la structure si complexe était, jusqu'à présent, une énigme indéchiffrable.

» Les observations que j'ai faites, sur de semblables monstres en voie de formation, m'ont appris comment les blastèmes cardiaques de deux embryons différents peuvent venir à se souder, pour former ces cœurs composés. Tandis que, dans les Sternopages, les axes des deux embryons sont,

à très-peu près, parallèles entre eux, dans les Janiceps, Iniopes, Synotes et Déradelphes, les axes des deux embryons sont situés sur une même ligne droite, ou du moins sur deux lignes formant entre elles un angle très-obtus. De plus, les corps embryonnaires viennent à la rencontre l'un de l'autre par leurs extrémités antérieures. Dans ces conditions, l'union se fait d'abord par les extrémités céphaliques, qui ne peuvent apparaître sans qu'il se produise de fusion entre elles; et aussi par les deux lames qui terminent en avant le blastème où se développe l'aire vasculaire. Or chacune de ces deux lames contient, ainsi que je l'ai montré, un blastème cardiaque. Leur soudure avec les lames correspondantes de l'autre embryon amène nécessairement la fusion des cœurs.

» Les cœurs qui sont ainsi formés par les éléments provenant de deux embryons différents se distinguent des cœurs ordinaires par un caractère fort important : c'est que leurs deux moitiés sont symétriques, ou, du moins, qu'elles se rapprochent beaucoup plus de la symétrie que ne le font les deux moitiés du cœur dans l'état normal. Il n'y a donc là rien qui rappelle cette disposition de la symétrie primitive, qui caractérise, pour le cœur et pour les viscères thoraciques, l'état normal et l'état inverse. Or, il est fort digne de remarque que la complication très-grande des faits anormaux, que présentent ces organisations monstrueuses, ait précisément pour résultat de produire une symétrie beaucoup plus complète que celle que présente l'état normal.

» J'ai signalé tous ces faits avec quelques détails, parce qu'ils sont entièrement nouveaux. Il me resterait, pour terminer ce travail, à montrer comment se produisent les doubles faces et les doubles parois cervicales des monstres que je viens d'étudier; mais ici je n'aurais qu'à répéter ce que j'ai dit déjà sur le mode de formation des doubles poitrines. Je me contenterai donc, pour terminer ce travail, de signaler un dernier fait, que j'ai constaté par l'observation directe, mais que j'aurais aussi pu prévoir théoriquement : c'est que la formation des Janiceps a lieu lorsque les deux embryons sont placés sur une même ligne droite, et que les autres types se produisent lorsque les axes des embryons forment entre eux des angles plus ou moins obtus. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. V. Burq, en adressant à l'Académie, pour le concours du legs Bréant, un ouvrage concernant l'influence prophylactique et curative du cuivre

contre le choléra, y joint la copie d'un Rapport fait au Conseil d'hygiène et de salubrité de la Seine par *M. Vernois*, sur la préservation, à Paris, des ouvriers en cuivre pendant l'épidemie de choléra de 1865-1866.

D'après l'enquête qui a été faite dans les industries plus ou moins disposées à la préservation, par les quantités plus ou moins grandes de métal qui ont pu être absorbées par les individus soumis à l'influence cholérique, la proportion du nombre des cas de choléra au nombre des ouvriers est la suivante :

Bijoutiers et orfévres sur or et sur argent...........	16 sur 11500, soit 1 sur 709
Bijoutiers en doublé, graveurs sur cuivre, polisseurs, lamineurs, monnayeurs........................	6 sur 6000, soit 1 sur 1000
Fondeurs, lampistes, ciseleurs, tourneurs en bronze; orfévrerie en faux, cuivrerie...................	7 sur 14000, soit 1 sur 2000
Chaudronniers, repousseurs, fabricants d'instruments de musique, polisseurs à sec, tourneurs, etc.......	0

L'ensemble des ouvriers qui travaillent le cuivre, comprenant une population totale de 37000 ouvriers, n'a présenté que 29 cas de choléra, c'est-à-dire 1 sur 1270. Comme terme de comparaison, l'auteur fait remarquer que, parmi les ouvriers travaillant le fer ou l'acier, il y a eu 202 cholériques sur une population de 28000, c'est-à-dire 1 cas sur 209; enfin, dans une population de 7500 ouvriers travaillant des métaux autres que le cuivre, le fer ou l'acier, on a compté 42 cas, c'est-à-dire 1 sur 178.

Ces Documents seront renvoyés à la Commission du legs Bréant.

M. A. Moll soumet au jugement de l'Académie un Mémoire portant pour titre : « Questions d'Hydromécanique. Pompes centrifuges ».

(Commissaires : MM. Combes, Morin, Phillips.)

M. Beuchot adresse le croquis d'un spécimen de son système de navigation à vapeur sur les canaux et rivières.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Jurien de la Gravière, Dupuy de Lôme, Séguier.)

M. Villaine adresse de nouveaux détails concernant son « propulseur bivalve ».

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. Valson soumet au jugement de l'Académie des « Notes relatives à un projet de réimpression des OEuvres scientifiques d'*Augustin-Louis Cauchy*. »

Ces Documents seront transmis à la Section de Géométrie, invitée par M. le Président à soumettre ce projet à un prompt examen, et à donner à l'Académie son avis sur l'opportunité de la réimpression proposée et sur les moyens d'exécution à faire intervenir.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance : 1° un ouvrage de *M. J. Cyr* ayant pour titre : « L'alimentation dans ses rapports avec la physiologie, la pathologie et la thérapeutique » ; 2° une brochure de *M. H. Bonnet*, intitulée : « La truffe. Études sur les truffes comestibles au point de vue botanique, entomologique, forestier et commercial ».

M. le Secrétaire perpétuel signale également à l'Académie un ouvrage que vient de publier *M. Champion*, sur les « Industries de la Chine », avec le savant concours de notre confrère M. Stanislas Julien, de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Sur l'opportunité d'introduire l'histoire des sciences et des méthodes scientifiques dans l'enseignement.* Extrait d'une Lettre de **M. Trouessart** à M. le Secrétaire perpétuel.

« .... L'histoire politique, la législation, la philosophie, la littérature, l'esthétique, la linguistique, l'archéologie, l'épigraphie, etc., ont été en quelque sorte renouvelées de nos jours, par l'enseignement de la critique historique propre à chacune de ces connaissances, et cet enseignement a désormais ses chaires, ses livres, ses encouragements et sa place réservée au sein des Académies. Rien de tout cela pour les sciences proprement dites, et la critique historique y fait tellement défaut qu'il serait facile de signaler, sur ce point, les méprises les plus étranges commises par les savants les plus autorisés. Et, en effet, l'histoire de la science se fait le plus souvent de seconde main, sans remonter aux sources, ou en ne consultant que des tables de matières, souvent rédigées sans intelligence. Cela n'empêche pas de citer, au bas des pages, les auteurs originaux, avec des renvois aux textes eux-mêmes, qui disent souvent le contraire de ce qu'on leur fait dire.

» Je me permets, Monsieur le Secrétaire perpétuel, de vous signaler cette lacune regrettable dans l'enseignement secondaire et dans l'enseignement supérieur, afin qu'avec toute l'autorité qui appartient à votre science et à

votre position, vous vouliez bien appeler sur ce point l'attention de l'Académie.

» N'est-il pas temps de confier à des savants de profession l'enseignement de l'histoire des sciences et des méthodes scientifiques? Jusqu'ici, c'est aux professeurs d'histoire politique et aux professeurs de philosophie (c'est-à-dire de logique et de métaphysique) que cette mission a été confiée, et la plupart, dans notre pays surtout, sont complétement étrangers aux sciences. Aussi, en fait de méthodes scientifiques, en est-on toujours, dans nos livres et nos écoles, à celles de Bacon et de Descartes : qui de ces professeurs connaît, autrement que de nom, les fondateurs de la science moderne, les Galilée, les Kepler, les Newton, les Lavoisier? Cependant cet enseignement pourrait devenir une vraie logique scientifique, par l'exposition de la filiation des idées qui ont conduit lentement, graduellement (c'est la condition de tout ce qui a vie et fécondité en ce monde), à la découverte des lois du mouvement, à celles de la chute des graves, de la pesanteur de l'air, de la force centrifuge, de la gravitation universelle, etc. On apprendrait ainsi aux jeunes gens comment *se fait* la science et non comment *on la rêve*. »

SYSTÈME MÉTRIQUE. — *Observations relatives à la question des prototypes du système métrique; par* **M. DE PONTÉCOULANT** (1).

« A propos du Rapport présenté dernièrement à l'Académie et approuvé par elle, sur les *Prototypes du système métrique*, j'aurais quelques observations à soumettre à l'Académie; mais, prêt à quitter Paris dans quelques heures pour un lointain voyage, je ne saurais les développer en ce moment avec toute l'étendue que le sujet comporte. Je me contenterai donc de faire ici quelques réserves, que je motiverai plus tard avec plus d'étendue, sur les conclusions du savant Rapporteur. Certes, s'il ne s'agissait que de la France, il aurait bien raison de dire qu'il n'y a point de motifs suffisants pour changer le prototype de toutes nos mesures, pour obtenir un léger perfectionnement, imperceptible peut-être dans la pratique; mais la Conférence internationale géodésique, réunie à Berlin en 1867, proposait la construction d'un nouveau mètre prototype européen, dont la longueur

(1) La Lettre de M. de Pontécoulant parvenue à l'Académie au moment d'ouvrir la séance aurait donné lieu, si on avait pu en prendre connaissance, à des observations qui seront présentées plus tard, tant sur les faits qu'il énonce que sur les conséquences qu'il en tire. (*Note du Secrétaire perpétuel.*)

devrait différer *aussi peu que possible* de celle du mètre des Archives de Paris, et elle était parfaitement dans son droit et dans la raison, car il est difficile que nous prétendions imposer à toutes les nations européennes une mesure que nous avons *adoptée d'urgence*, sous la pression de circonstances impérieuses, et qui ne représente, *même pour nous*, qu'une mesure absolument arbitraire et conventionnelle.

» En effet, M. le Rapporteur, en répondant par un *oui* des plus affirmatifs à cette question posée par lui même : 1° Le mètre prototype des Archives représente-il l'unité fondamentale du système métrique? me paraît avoir commis *sciemmment* une grave erreur. L'unité fondamentale du système métrique, ou le mètre, devait être, d'après l'institution de ce savant système, la *dix-millionième partie* du quart du méridien terrestre, de telle sorte que si, par un cataclysme nouveau, tous les étalons de nos mesures venaient à se perdre, on pût aisément les retrouver par de simples mesures géodésiques prises à la surface de la Terre; c'est cette idée vraiment philosophique qui a présidé à la formation de ce grand système de poids et mesures, que les autres nations nous envient; mais, forcée par l'empire des circonstances et désirant faire jouir la France au plus tôt des bienfaits d'un système uniforme, qui la sortît enfin du chaos des anciennes mesures, débris d'un régime dont la Révolution aspirait à effacer tous les abus, la Commission n'attendit pas même que les opérations qui devaient servir à calculer l'arc du méridien, nécessaire pour la détermination de la base du système, fussent achevées complétement; on employa une ancienne mesure de Lacaille; en sorte que le mètre adopté diffère d'une quantité à peu près insensible, il est vrai, pour la pratique (un centième de ligne environ), du mètre véritable, tel qu'il aurait été si les prescriptions de la Commission spéciale eussent été suivies.

» De plus, on doit observer qu'il est aujourd'hui malheureusement prouvé qu'une erreur de 69 toises a été commise dans le calcul de l'arc du méridien compris entre les parallèles de Barcelone et de Formentera; il en résulte que le mètre adopté n'est pas rigoureusement la dix-millionième partie du quart du méridien : d'après les derniers calculs de Bessel, le mètre *légal* est plus court que le mètre *réel*, de 8 à 9 centièmes de millimètre. Enfin ajoutons encore que, pour la mesure des degrés du méridien, on a dû adopter l'aplatissement de la Terre de $\frac{1}{305}$, donnée encore entièrement arbitraire et que la science peut changer chaque jour. On ne peut donc espérer imposer aux nations étrangères un système si éminemment et si spécialement applicable à notre pays, et l'on ne saurait s'étonner qu'une Conférence com-

posée de savants éclairés ait cherché un prototype de mesure plus universel, débarrassé des défauts et même des erreurs matérielles qu'on peut reprocher au nôtre, et médité avec assez de maturité pour n'avoir rien à redouter des progrès de la science. »

ÉLECTROSTATIQUE. — *Sur les causes des effets lumineux, obtenus par influence électrique, dans les gaz raréfiés et fermés dans des tubes de verre.* Note de **M. P. Volpicelli.**

« Hawksbee, en 1789, fut le premier à reconnaître que, dans le vide, soit de Torricelli, soit de Boyle, en agitant le mercure on produit la lumière électrique, et que le même phénomène a lieu dans l'air très-raréfié, enfermé dans un récipient de verre frotté. En outre, on savait, avant 1827 : 1° que, en faisant passer le courant électrique, obtenu par une machine ordinaire, au travers du gaz raréfié et renfermé dans un tube de verre, on produit une lumière différemment colorée, selon la raréfaction plus ou moins développée du gaz; 2° que l'induction électrostatique sur des tubes contenant du gaz raréfié développe la lumière électrique. Ce second phénomène a été récemment étudié par MM. Govi, Geissler et Le Roux.

» Des recherches très-étendues furent instituées par Davy, relativement à la lumière développée par l'électricité lorsqu'elle traverse un gaz très-raréfié. Il observa que la couleur de cette lumière dépend de la nature du gaz, de sa pression ou de sa densité, et de sa température. On déduit de tout cela : 1° que les phénomènes lumineux manifestés récemment, avec des tubes contenant des gaz raréfiés, ne sont pas absolument nouveaux ; 2° que, seulement, on doit regarder comme nouvelle la dépendance qui se manifeste entre la section du tube et la couleur de la lumière; 3° que le changement de pression ou de température dans le *même* gaz peut changer les effets de l'analyse spectrale des étoiles, y compris le Soleil.

» Quant au phénomène dont nous parlons, il est à remarquer que M. Masson, en 1851, avait reconnu la non-conductibilité du vide barométrique; ce qui a été admis aussi, suivant M. Wüllner (1), par quelques physiciens de l'Allemagne en 1857. En octobre 1856, j'ai trouvé (2) que, dans le vide fait avec une bonne machine pneumatique, l'induction électro-

---

(1) *Cosmos*, 3e série, t. V, année 1869, p. 730. — *Association scientifique*, t. V, n° 126, p. 416. — *Poggendorff Annalen*, t. CXXXIII, p. 509.

(2) *Comptes rendus*, t. XLIII, p. 721.

statique, soit *curviligne*, soit rectiligne, est d'autant plus manifeste, que la raréfaction de l'air s'approche davantage du vide parfait. De cette expérience, il résulte clairement que le vide est un cohibant parfait, c'est-à-dire qu'il offre le plus de résistance au passage de l'électricité, et aucune au passage de l'influence électrique. Or, comme cette résistance augmente en raison de la densité du gaz, il est clair que l'on doit arriver à une raréfaction à laquelle corresponde un *minimum* de résistance au passage du courant.

» Mais nous devons reconnaître aussi que la non-conductibilité du vide de Torricelli fut reconnue pour la première fois en 1774, par le physicien anglais Walsch, comme l'a dit clairement de Luc (1).

» Lorsque les gaz sont à peu près à la raréfaction qui correspond à ce *minimum* de résistance, il se produit alors en eux, par influence électrique, ces curieux phénomènes de lumière électrique dont nous allons décrire les phases diverses, et les causes correspondantes.

» On tiendra suspendu et convenablement fixé un tube cylindrique de Geissler, au moyen de fils de soie, et la chambre de l'expérience sera dans une obscurité complète. En outre, le tube sera, dans sa surface extérieure, bien sec et nettoyé. Enfin on fera en sorte que le même tube ne soit pas trop approché d'autres corps, afin que ceux-ci ne participent pas sensiblement à l'influence exercée sur lui et n'en diminuent pas les effets.

» 1° Si, du tube ainsi disposé, l'on approche rapidement et à une petite distance un inducteur, on aura une manifestation lumineuse, causée par la mise en liberté, dans le gaz raréfié, de l'électricité induite de *seconde* espèce, c'est-à-dire de l'homologue de l'électricité inductrice.

» 2° Si l'on maintient cet inducteur à la même place, et qu'on fasse communiquer avec le sol le petit anneau métallique de l'extrémité inférieure du tube, on aura une autre manifestation de lumière, causée par l'homologue de l'électricité inductrice, qui, étant libre, se dissipe dans le sol.

» 3° Si l'on éloigne promptement, ou que l'on décharge l'inducteur, la lumière électrique reparaîtra dans le même tube; ce qui sera dû à la tension recouvrée par l'électricité induite de *première* espèce, qui, avant l'éloignement, était dissimulée par le même inducteur.

» 4° Si l'on met une seconde fois le petit anneau métallique en communication avec le sol, la lumière reparaîtra dans le tube. Le phénomène est

(1) *Idées sur la météorologie*, par de Luc; Paris 1787, t. I, 2e partie, p. 520, § 516. — Gehler, t. III, p. 291.

dû à ce que l'électricité induite de première espèce, déjà devenue libre, se dissipe dans le sol.

» 5° Lorsque le tube est soumis à l'induction électrostatique, il reçoit à sa surface une partie de l'électricité qui provient, par transport, de l'électricité inductrice, et qui augmente lorsqu'on se sert de la machine électrique pour produire l'induction. Par conséquent, si l'on fait communiquer une partie quelconque du même tube avec le sol, par un corps conducteur, la lumière paraîtra dans cette partie. Car, l'électricité qui se trouvait sur cette partie du tube se dissipant, l'électricité induite correspondante, qui auparavant était dissimulée par l'électricité qui vient d'être dispersée, se dégage; d'ailleurs l'influence, à cause de ce même contact, est diminuée sur le gaz contenu dans le tube.

» 6° Si l'on fait ensuite communiquer de nouveau le gaz du tube avec le sol, on aura une nouvelle manifestation lumineuse, à cause de l'électricité déjà induite, qui vient d'être mise en liberté et qui se disperse dans le sol.

» 7° Dans la première expérience, la lumière sera plus forte si le tube, au lieu d'être isolé à ses deux extrémités, communique avec le sol par un de ses anneaux métalliques.

» 8° Si, dans la seconde expérience, on approche beaucoup, de l'inducteur déjà fixé auprès du tube, un conducteur non isolé, on verra un développement de lumière dans le tube. Cela est dû à ce que l'approche de ce corps diminue l'induction primitive sur le tube, à cause de l'induction produite sur le corps approché lui-même. C'est pour cela que, dans le gaz, une partie correspondante d'électricité induite de première espèce se dégage, et ce dégagement est toujours accompagné de lumière.

» 9° Si, dans la première expérience, on fixe très-près du tube un inducteur cylindrique, ayant un diamètre un peu moindre que celui du tube induit, et si l'on fait communiquer avec le sol le gaz du même tube, l'électricité induite de première espèce restera dans celui-ci, malgré cette communication. Alors si un second tube, égal au premier, contenant de l'air raréfié et communiquant avec le sol par une de ses extrémités, est *promptement* approché à une petite distance du premier, et y est fixé, on ne voit aucun développement de lumière dans le second tube. Mais si l'on éloigne très-rapidement le cylindre inducteur, on verra dans le second tube un développement de lumière. Nous concluons, de cette expérience très-délicate, que, tant que l'électricité induite de première espèce reste sous l'influence dans le premier tube, elle ne peut pas induire le second. Mais lorsque l'inducteur est rapidement éloigné, alors cesse dans le premier tube la con-

densation; son électricité, devenue libre, peut induire le second et y dégager l'électricité homologue de l'inductrice, avec développement de lumière. On a ainsi une nouvelle preuve que l'électricité induite de première espèce ne possède aucune tension, et qu'elle la recouvre lorsque l'influence cesse.

» 10° Nous croyons que le développement de lumière, dans les divers phénomènes ci-dessus indiqués, vient de ce *minimum* de résistance que les gaz, convenablement raréfiés dans les tubes de verre, opposent au mouvement de l'électricité. Car, dans les conducteurs solides, pour lesquels cette résistance peut être regardée comme nulle, l'électricité peut se mouvoir sans manifestations lumineuses; celles-ci apparaissent seulement quand on augmente considérablement la résistance par des moyens convenables. »

SÉRICICULTURE. — *Sur le développement des mûriers et des vers à soie dans le département de la Nièvre.* Extrait d'une Lettre de **M. Taillon** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Dans une contrée où le mûrier et le ver à soie ne sont pas cultivés, dans le département de la Nièvre, chez un des plus grands propriétaires, M. de Bouillé; dans une petite pièce froide, sans feu pendant tout le temps de l'éducation, qui dura trente-huit jours, je fis un essai dont le résultat dépassa toutes les espérances, malgré une température plutôt basse qu'élevée (8 à 10 degrés): depuis le premier âge jusqu'au dernier, je ne remarquai aucun insecte malade, et tous arrivèrent à la montée avec une vigueur admirable.

» Charmé de cette réussite, M. de Bouillé se réserva deux magnifiques rameaux de cocons, qui figurèrent pendant quinze jours chez lui comme un objet de curiosité pour tous les propriétaires voisins.

» Depuis cette expérience, j'ai la ferme conviction que le mûrier et le ver à soie pourraient avantageusement être élevés, non-seulement dans le département de la Nièvre, mais dans tous ceux où la vigne est cultivée, et j'ose même croire avec plus d'avantage dans le centre que dans le midi de la France, où il survient tant de désastres occasionnés par les vents du sud au moment de la montée. »

M. Campani adresse à l'Académie une Note en italien, relative à l'action du permanganate de potasse sur l'asparagine. On sait que cette substance peut être transformée par l'eau seule en aspartate d'ammoniaque. Selon M. Campani, sous l'influence oxydante qu'il lui a fait subir, elle fournit

de l'ammoniaque et de l'acide oxalique ou carbonique. On observe, en même temps, quelques traces d'acide cyanhydrique.

M. **Lion** adresse à l'Académie quelques spécimens d'une collection d'épreuves stéréoscopiques, représentant des instruments de physique et divers objets appartenant à l'étude des sciences. Les collections que l'auteur se propose de réunir sont destinées par lui à remplacer, pour la vue, les objets eux-mêmes avec leurs détails et leurs reliefs : elles peuvent reproduire, sous un petit volume, des cabinets et des collections, donner l'idée des diverses phases des expériences les plus importantes qui sont introduites dans l'enseignement, et enfin remplir les conditions d'une parfaite exactitude pour les appareils dont on se propose de faire exécuter des reproductions par un ouvrier ou par un préparateur.

M. **Raffard** adresse une Note relative à un procédé qui serait destiné à rendre plus rares les explosions de grisou. Ce procédé consisterait à faire dans la mine un vide partiel, pendant les périodes d'interruption du travail.

M. **Crestin** adresse, de Saint-Pétersbourg, la description et le dessin d'un hygromètre fondé sur l'accroissement de poids du sel marin dans l'air humide : le sel est placé dans le plateau d'une sorte d'aréomètre de Nicholson, dont la tige fait mouvoir une aiguille destinée à amplifier les mouvements.

« M. **Larrey** présente à l'Académie le neuvième volume des *Rapports du département médical de l'armée anglaise*, publiés aujourd'hui par les soins de M. Logan, Directeur général du service de santé.

» C'est en son nom, rappelle M. Larrey, qu'au mois de février dernier j'ai eu l'honneur d'offrir à l'Académie les huit premiers volumes de cette importante collection, renfermant chacun de nombreux documents statistiques sur l'état général de la santé des troupes dans le Royaume-Uni et dans chacune des possessions britanniques.

» J'ai pensé qu'une analyse complète de ces divers matériaux serait utile, et ce travail vient d'être fait avec le plus grand soin par M. le Dr Ély, chargé de la Statistique médicale auprès du Conseil de santé des armées (1).

---

(1) *L'Armée anglaise à l'intérieur et dans les possessions britanniques.*

» Le nouveau volume, comme chacun des autres, expose les documents relatifs à chaque commandement et les observations des chefs du service de santé sur les diverses influences relatives à l'état sanitaire des troupes.

» Une table analytique très-détaillée, ainsi que des plans, des cartes et des tableaux numériques, facilitent aussi l'intelligence de ce grand Rapport pour l'année 1867, renfermant, à part, une *Histoire médicale de l'expédition d'Abyssinie.* »

M. Gallo adresse à l'Académie une Note écrite en italien et intitulée : « Extension et perfectionnements apportés à la théorie de la gravitation universelle. »

La séance est levée à 4 heures et demie. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 27 septembre 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

Essai sur l'éléphantiasis des Grecs; par M. le D[r] P.-J.-M. Brassac. Paris, 1868; in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

L'Armée anglaise à l'intérieur et dans les possessions britanniques; par M. le D[r] Ély. Paris. 1869; in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Chambre de Commerce de Nantes. — Transformation de la basse Loire; avant-projet. — Rapport de M. Lechalas, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées. Nantes, 1869; in-4°. (Présenté par M. le Général Morin.)

Rapport sur les travaux des Conseils d'Hygiène publique et de Salubrité du département de la Sarthe pendant l'année 1868; *par* M. le D[r] J. Le Bèle. Le Mans, 1869; in-8°.

Rapport sur la maladie de la canne à sucre; par M. J. de Cordemoy, docteur en médecine. 1868; in-8°.

Guide pratique d'Agriculture générale; par M. A. Gobin. Paris, 1869; in-12.

Les Merveilles de la Science, ou Description populaire des inventions modernes; par M. L. Figuier, 34[e] série. Paris, 1869; grand in-8° avec planches.

Sur la tension superficielle des liquides; par M. G. VAN DER MENSBRUGGHE. 1er Mémoire. Bruxelles, 1869; in-8°.

Guide pratique de l'ouvrier mécanicien; par M. A. ORTOLAN, Paris, 1869; 1 vol. in-12 avec atlas in-4° oblong.

The Athenæum... *L'Athenæum, journal de la Littérature, des Sciences et des Beaux-Arts en Angleterre et à l'étranger.* Juin et juillet 1869. Londres; 2 br. in-4°.

Astronomical... *Observations astronomiques et météorologiques faites à l'observatoire naval des États-Unis pendant l'année* 1868. Washington, 1868; in-4°.

Ungarische... *Revue hongroise,* 1869. Leipzig et Vienne, 1869; in-8°.

Report... *Rapport du trente-huitième meeting de la* British Association *pour l'avancement de la science, tenu à Norwich en août* 1868. Londres, 1869; in-8°.

Army... *Rapport du département du service médical de l'armée pour l'année* 1867, t. IX. Londres, 1869; in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

ERRATA.

(Séance du 20 septembre 1869.)

Page 695, ligne 10 de la deuxième colonne du tableau, *au lieu de* 1492,5, *lisez* 472,5.

Page 695, ligne 16 de la deuxième colonne du tableau, *au lieu de* 434,3, *lisez* 434,5.

Page 697, ligne 5 du tableau, *au lieu de* 662,4, *lisez* 652,4.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 OCTOBRE 1869.

PRÉSIDENCE DE M. CHEVREUL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

SYSTÈME MÉTRIQUE. — *Observations sur la Lettre de* M. de Pontécoulant *relative aux prototypes du système métrique; par* M. Faye.

« La Lettre de M. de Pontécoulant montre, ce me semble, que les questions relatives au système métrique sont encore obscurcies de préjugés qu'il importe de dissiper.

» Le célèbre auteur paraît croire que la détermination du mètre a été entachée d'une certaine erreur de 69 toises que M. Puissant a signalée dans les calculs de la méridienne de Barcelone à Formentera. C'est en effet là l'étonnant reproche qui a été adressé bien souvent au système métrique, mais je ne puis croire que M. de Pontécoulant s'en fasse l'écho; j'aime mieux admettre un défaut de clarté dans la phrase suivante :

« De plus, on doit observer qu'il est aujourd'hui malheureusement
» prouvé qu'une erreur de 69 toises a été commise dans le calcul de l'arc
» du méridien compris entre les parallèles de Barcelone et de Formentera;
» il en résulte que le mètre adopté n'est pas rigoureusement la dix-millio-
» nième partie du quart du méridien. D'après les derniers calculs de Bessel,
» le mètre *légal* est plus court que le mètre *réel* de 8 à 9 centièmes de mil-
» limètre. »

» L'erreur de 69 toises aurait pu être cent fois, mille fois plus grande qu'elle n'aurait nullement affecté la détermination de notre étalon de mesure, par la raison péremptoire que le mètre a été fixé irrévocablement sous la République, tandis que la mesure d'Espagne a été exécutée longtemps après sous l'Empire.

» M. de Pontécoulant aura voulu dire que les premiers calculs de l'arc espagnol avaient confirmé, sous l'Empire, la longueur du quart du méridien admise sous la République (1), mais que la découverte d'une erreur de 69 toises dans ledit arc espagnol, sous le règne de Louis-Philippe, a montré que cette vérification jusque dans le chiffre des dizaines de mètre, dont on s'était trop tôt félicité, n'était plus aussi satisfaisante dans la réalité. Mais il importait, je crois, de ne laisser supposer à personne que l'erreur de 69 toises sur l'arc espagnol eût pu vicier en rien la détermination du mètre opérée plus de dix ans auparavant. On ne saurait trop répéter que cette erreur de 69 toises n'intéresse pas plus la fixation du mètre que celle du pied de roi ou de la coudée des Pharaons :

Comment l'aurais-je fait si je n'étais pas né!

» En second lieu, M. de Pontécoulant reproche au mètre de n'être pas *rigoureusement* la dix-millionième partie du quart du méridien. Hélas! on voudrait s'y reprendre une seconde fois que l'on n'y réussirait pas davantage, et le savant géomètre en donne lui-même une excellente raison lorsqu'il dit : « Pour la mesure des degrés du méridien on a dû adopter » l'aplatissement de la Terre de $\frac{1}{305}$ (c'était, si je ne me trompe, l'aplatissement de $\frac{1}{334}$), donnée encore entièrement arbitraire et que la science » peut changer chaque jour. »

» Non! l'idée de prendre pour longueur du mètre une fraction *rigoureusement exacte* du tour de la Terre, de manière à ce que cette unité restât constamment conforme à sa définition sans avoir rien à redouter des progrès de la science, n'est pas une idée aussi philosophique que le suppose M. de Pontécoulant, et je doute qu'elle se soit présentée sous cette forme absolue à l'esprit de qui que ce soit. Le côté vraiment philosophique du mètre est celui qui a été indiqué par M. Jacobi, et récemment encore par M. Dumas, avec une netteté qui a dû frapper tout le monde.

» Ce qui serait impossible pour les dimensions de la Terre, le serait également pour toute autre donnée physique d'où l'on voudrait déduire pareillement une unité de longueur. Toujours cette unité, cette règle, cet

(1) Alors que l'arc espagnol n'existait pas.

étalon porterait l'empreinte de l'époque où elle aurait été mesurée; toujours on s'exposerait à voir la science découvrir plus tard de petits défauts, des corrections nouvelles, en un mot le moyen de faire mieux. L'histoire du yard anglais qu'on avait rattaché en 1824, par un acte du Parlement, à la longueur du pendule à seconde, en a été un exemple bien frappant. Lorsque cet étalon disparut en 1834, dans l'incendie du Palais du Parlement, on fut forcé, pour en retrouver la longueur, de recourir aux meilleures copies au lieu de recourir à la définition officielle. C'est que, dans l'intervalle, on avait découvert une erreur dans l'ancienne manière de calculer la réduction au vide (1).

» La vérité, la voici : il n'est pas rationnel de distinguer deux mètres, un mètre légal et un mètre réel, pour les opposer l'un à l'autre; il n'y a, il ne saurait y avoir que le mètre légal, qu'il faut définir ainsi :

» *Le mètre est la longueur de l'étalon déposé aux Archives;* on ajoute, à titre de renseignement infiniment utile, que cette longueur a été fixée en 1798, de manière à représenter, avec un haut degré d'exactitude, la dix-millionième partie du quart du méridien.

» De même, en 1824, la seule manière rationnelle d'entendre le standard yard aurait été de dire :

» *Le standard yard est la longueur de l'étalon déposé dans la Maison du Parlement*, et on ajouterait, à titre de renseignement, que l'on a reconnu, par des expériences antérieures à 1824, que cette longueur était très-approximativement égale à 36 fois la 39ième,1393 partie du pendule qui bat la seconde à Londres.

» Mais le vote de la Convention n'a jamais pu porter que sur l'adoption de la règle comme unité de mesure, pour lui conférer le caractère légal, et non sur le renseignement scientifique : on ne vote pas un renseignement scientifique. De même le vote du Parlement n'avait de valeur que pour la reconnaissance légale du standard yard : il était de soi nul et non avenu en ce qui concerne le rapport de cette règle avec le pendule à seconde.

(1) Lorsque des copies très-exactes et très-authentiques du mètre étalon seront répandues dans toutes les nations civilisées, il n'y aura plus lieu de craindre le retour d'un pareil embarras. Quant à la perte de tous les étalons dans la suite des siècles, il est également inutile de s'en préoccuper, car les mesures faites à l'aide du mètre permettront d'en retrouver la valeur avec l'exactitude nécessaire pour peu que les documents scientifiques soient conservés, et s'ils ne l'étaient pas, il n'y aurait aucun intérêt à retrouver le mètre.

» N'est il pas évident en effet, à tous les points de vue, sauf celui des convenances internationales, que l'unité de mesure est chose essentiellement arbitraire, et qu'elle ne doit plus varier sous aucun prétexte, dès qu'elle a été fixée par une convention légale. La France a compris la première que, pour assurer la propagation de son unité, il fallait lui ôter tout caractère de nationalité exclusive, et que dès lors il y aurait avantage à la choisir dans la nature, comme on le disait alors en termes emphatiques. Mais ce dernier caractère est sans valeur essentielle; il n'ajoute rien au mètre, qui reste et restera toujours une longueur de convention. Et cela est tellement vrai, que si les nations étrangères se rallient au mètre, ce n'est nullement à cause du privilége qu'on a voulu lui donner, et qu'il possède effectivement, de représenter très-approximativement la dix-millionième partie du quart du méridien : leur raison, c'est que le mètre a déjà été adopté par un grand nombre de nations civilisées, tandis que la toise du Rhin, le yard anglais, etc., n'ont pas ce caractère. Il faut ajouter que la division décimale a conféré au système métrique des avantages immenses, qui achèvent de concilier au mètre tous les suffrages des gens éclairés.

» Il serait donc bien à désirer que l'on cessât de reprocher au mètre des erreurs matérielles qui n'existent (je ne dis pas cela pour M. Pontécoulant) que dans l'imagination de ceux qui en ont oublié l'histoire au point de confondre 1808 avec 1798, Biot et Arago avec Delambre et Méchain, l'Espagne avec la France. Il serait bien temps aussi qu'on n'objectât plus au mètre les petits défauts de l'institution première, comme si une œuvre humaine pouvait en être exempte, comme si personne avait jamais cru que les bases, les triangles, les latitudes, etc., de la méridienne dussent échapper au sort commun de toutes les mesures. Ces défauts, petits aux yeux d'alors, un peu plus grands à nos yeux aujourd'hui, n'affectent nullement notre étalon métrique, c'est-à-dire l'unité fondamentale de nos mesures. Cela est tellement vrai, que si un habile calculateur venait à découvrir demain, non pas dans les calculs de 1808 qui sont étrangers à la question, mais dans ceux de la célèbre Commission du mètre une erreur quelconque, il n'y aurait nullement à s'en préoccuper aujourd'hui, le mètre devant rester ce qu'il était quand il a été présenté à la barre de la Convention pour y recevoir le caractère légal. De même, si l'on s'était décidé à cette époque pour le pied de roi, l'étalon présenté et consacré ferait foi, quand bien même des érudits viendraient à prouver plus tard que la Commission du pied de roi n'aurait pas su retrouver rigoureusement la longueur que Charlemagne avait entendu lui donner.

» Que nous reste-t-il donc à faire? Est-ce de critiquer une magnifique entreprise qui a fait tant d'honneur à la France et qui confère à notre pays le privilége de donner au monde son système entier des poids et mesures? Est-ce d'abandonner le mètre au moment même où toutes les nations vont l'adopter? Personne ne soutiendra pareille chose, ou, si quelqu'un venait à le dire, personne ne l'écouterait. Ce qui nous reste à faire, c'est ce que l'Académie et le Bureau des Longitudes ont proposé, c'est ce que le Gouvernement entend exécuter, à savoir : prendre les mesures nécessaires pour que la reproduction indéfinie de nos deux étalons fondamentaux, le mètre et le kilogramme des Archives de l'Empire, se fasse avec toute la rigueur que l'état des sciences exige aujourd'hui, et avec toute l'authenticité internationale que les pays étrangers sont en droit d'exiger. Tel est aussi le but que poursuivent les savants étrangers dont M. de Pontécoulant croit interpréter l'opinion. Nous n'avons rien de mieux à faire que de leur donner satisfaction et de les inviter à diriger avec nous, et au même titre, toutes les opérations nécessaires à la reproduction indéfinie de notre étalon métrique, afin d'assurer en tous pays l'uniformité si désirée des poids et mesures. »

M. **Mathieu** prend la parole :

« L'uniformité des mesures, qui sera un grand bienfait pour toutes les relations internationales, a beaucoup occupé, depuis plusieurs années, les Sociétés savantes, le commerce et l'industrie. M. Dumas, Secrétaire perpétuel, a fait à ce sujet un important Rapport, qui a été adopté à l'unanimité par la Commission dont il était l'organe. Ce Rapport, adopté également à l'unanimité dans le sein de l'Académie, a été envoyé au Gouvernement, en le priant de provoquer le concours des divers pays dans une réunion internationale.

» Jusqu'à présent M. de Pontécoulant n'a pas été heureux dans les discussions qu'il a soulevées dans l'Académie. Sera-t-il plus heureux aujourd'hui?

» Une loi de la Convention du 1er août 1793 adopte le mètre *provisoire* de 3 pieds 11 lignes 44 centièmes. La longueur de ce mètre avait été déduite de la mesure de la méridienne de France par Lacaille vers 1740.

» La mesure de la méridienne de Dunkerque à Barcelone par Delambre et Méchain, commencée en 1792, fut terminée à la fin de 1798. Alors, on put déduire de ce grand arc la longueur du mètre *définitif*, 3 pieds 11 lignes 296 centièmes. Ce mètre fut présenté par l'Institut le 4 messidor an VII au

Corps législatif, déposé le même jour aux Archives nationales et déclaré *étalon définitif* par la loi du 19 frimaire an VIII (10 décembre 1799).

» On trouve dans le Rapport de M. Dumas (1) la question suivante : Le mètre prototype des Archives représente-t-il l'unité fondamentale du système métrique? C'est à son sujet que M. de Pontécoulant ne craint pas de dire : M. le Rapporteur (2) me paraît avoir commis *sciemment* une grave erreur, en répondant par un *oui* des plus affirmatifs.

» Où est la vérité? C'est ce qu'on va voir.

» Forcée par les circonstances, dit M. de Pontécoulant,..., la Commission » n'attendit pas même que les opérations qui devaient servir à calculer l'arc » du méridien, nécessaire pour la détermination de la base du système, » fussent achevées complétement; on employa une ancienne mesure de » Lacaille; en sorte que le mètre adopté diffère d'une quantité à peu près » insensible, il est vrai, pour la pratique (un centième de ligne environ), » du mètre véritable, tel qu'il aurait été si les prescriptions de la Commis- » sion spéciale eussent été suivies. »

» Mais les prescriptions de la Commission spéciale, où se trouvaient Lagrange, Laplace, Legendre, Delambre, Méchain et plusieurs savants étrangers, ont été parfaitement suivies pour la détermination de *l'étalon définitif du vrai mètre* adopté par la loi de l'an VIII et renfermé depuis cette époque dans l'armoire de fer des Archives nationales.

» Après tous ces hommes illustres, M. Dumas était parfaitement autorisé à dire que le mètre des Archives est le prototype représentant l'unité fondamentale du système métrique.

» Quant à l'arc du méridien entre Barcelone et Formentera, il a été mesuré exactement; mais il y a eu dans le calcul une erreur de 69 toises.

« Il résulte de cette erreur, dit M. de Pontécoulant, que le mètre adopté » n'est pas exactement la dix-millionième partie du quart du méridien. »

» M. de Pontécoulant ne sait donc pas que cet arc n'a été mesuré par Arago et Biot que huit ans après l'adoption du mètre étalon des Archives? »

« **M. Chevreul**, à propos du rapport signalé par M. Faye, entre la longueur du *standard yard* d'Angleterre et la longueur du pendule à seconde, rappelle que Brisson présenta à l'Académie des Sciences un Mémoire dans lequel il proposait de prendre pour unité *la longueur du pendule qui bat la*

(1) *Comptes rendus*, t. LXIX, p. 514.

(2) *Comptes rendus*, t. LXIX, p. 728.

seconde à Paris (Mémoire lu le 14 d'avril 1790 et imprimé dans les *Mémoires* de l'année 1788). »

M. Dumas, après les observations présentées à l'Académie par ses éminents confrères, considérerait toute remarque au sujet de l'étrange Lettre de *M. de Pontécoulant* comme entièrement superflue de sa part.

PHYSIQUE. — *Remarques à l'occasion d'un passage du Rapport verbal de* M. Faye, *du 20 septembre dernier, relatif au déplacement des raies du spectre par le mouvement du corps lumineux ou de l'observateur.* Note de **M. Fizeau.**

« A l'occasion du Rapport verbal présenté par l'un de nos confrères, M. Faye, dans la séance du 20 septembre, Rapport dont je viens d'avoir connaissance par les *Comptes rendus*, je demande la permission de mentionner un Mémoire déjà ancien que j'ai lu à la Société Philomathique, en décembre 1848, et qui se trouve imprimé par extraits dans le Bulletin de cette Société, ainsi qu'une analyse de ce même Mémoire imprimée dans une Notice présentée à l'Académie en 1850.

» Il s'agit des petits déplacements que doivent éprouver les raies du spectre par l'effet du mouvement soit du corps lumineux, soit de l'observateur, lorsque les mouvements sont comparables à la vitesse de la lumière; d'où résulte une méthode propre à déterminer certains éléments des mouvements des corps lumineux, au moyen de l'analyse spectrale.

» Ce genre de considérations ayant depuis quelques années, et surtout depuis les mémorables travaux de MM. Kirchhoff et Bunsen, attiré l'attention de plusieurs savants physiciens et astronomes, et un passage du Rapport de M. Faye en signalant particulièrement l'importance, l'Académie ne trouvera pas inopportun, je pense, que j'aie rappelé ici en quelques mots une publication déjà ancienne sur ce sujet, laquelle, ne se trouvant pas dans les recueils les plus répandus, pourrait échapper aisément aux recherches de ceux qui poursuivent aujourd'hui les mêmes études. »

« **M. Faye** exprime ses regrets à l'Académie de n'avoir pas mentionné l'important Mémoire de M. Fizeau, dont il avait eu effectivement connaissance, il y a environ une vingtaine d'années, par les Notices rappelées ci-dessus. C'est un oubli qui peut être excusé par cette circonstance que les vues de M. Fizeau, venues en quelque sorte trop tôt, étaient sans application. Chacun reconnaîtra d'ailleurs que le nom de M. Fizeau est intime-

ment lié aux progrès actuels de cette branche de la spectroscopie astronomique. »

SÉRICICULTURE. — *Note sur la confection de la graine de vers à soie et sur le grainage indigène à l'occasion d'un Rapport de la Commission des soies de Lyon; par* **M. L. Pasteur.**

« La Commission des soies de Lyon, composée de MM. Pariset, Président; Jourdan, Faivre, Maurice, Biétrix, Billoud, Piaton, Locart, Tabourin, Guinon, Sauzey, Charvériat, Perret; Chaurant, Président de la Société d'agriculture; Paul Eymard, Secrétaire-Rapporteur, entretient à ses frais une magnanerie expérimentale et présente annuellement dans un Rapport imprimé l'exposé de ses travaux. Le compte rendu qu'elle fit paraître au mois de septembre de l'an dernier était loin d'être favorable à ma méthode de grainage, mais il faut dire qu'aucune expérience sérieuse n'avait été faite par la Commission pour se rendre compte de l'efficacité de cette méthode. C'est ce que je m'empressai de faire observer dans une Lettre motivée à son Rapporteur, M. Paul Eymard, Lettre qui a été insérée au *Moniteur des soies* du 10 octobre 1868.

» La Commission, appréciant sans doute ce qu'il y avait de judicieux dans les critiques que je lui avais soumises, m'écrivit spontanément le 22 mars dernier en m'exprimant son intention de mettre à l'épreuve des faits les résultats de mes recherches. A la demande qu'elle voulut bien me faire d'un ou deux lots de graine que je jugerais saine et qui aurait été confectionnée suivant mes indications, je répondis par l'envoi de sept lots différents, quatre de graines saines et trois de graines malades avec le pronostic anticipé concernant chacune d'elles.

» La Commission des soies vient de publier le Rapport de ses opérations de cette année.

« De toutes les expériences suivies pendant cette campagne, dit le Rap-
» port, celles qui ont offert le plus d'intérêt et qui ont le plus sérieuse-
» ment occupé votre Commission ont été celles concernant les graines qui
» lui avaient été confiées par M. Pasteur. Vous connaissez le système
» d'éducation reposant sur l'examen microscopique des chrysalides, des
» papillons et des graines proclamé par ce savant. Vous savez quelle po-
» lémique passionnée s'est élevée à ce sujet.... Votre Commission, voulant
» se tenir complétement à l'écart de ces débats, n'a eu qu'un but, celui de
» constater aussi exactement que possible des faits dont vous jugerez vous-
» mêmes l'importance.

» Au mois de mars dernier nous nous sommes adressés à M. Pasteur, » qui, pour rendre nos expériences plus complètes, nous a envoyé sept lots » de graines portant chacune l'indication de la marche présumée des vers » qui en proviendraient. »

» Voici ces indications, textuellement extraites de ma Lettre d'envoi de graines, Lettre reproduite, *in extenso*, dans le Rapport de la Commission :

La boîte portant l'étiquette 10 grammes, n° 3, renferme une graine industrielle faite à Paillerols (Basses-Alpes). J'ai examiné moi-même les chrysalides et les papillons. Je n'y ai rencontré ni corpuscules, ni ferment en chapelets de grains, que je considère comme un témoin de l'existence de la prédisposition héréditaire à la maladie des morts-flats.

Cent onces de cette graine ont été livrées, par M. Raybaud-Lange, à M. Meynot, juge d'instruction à Alais. M. Meynot a bien voulu m'en céder une petite quantité, sur laquelle j'ai prélevé 10 grammes que je vous envoie.

La boîte portant l'étiquette 2 grammes, n° 41, renferme encore une graine industrielle faite également à Paillerols, et dont j'ai examiné moi-même les chrysalides et les papillons. Je juge que cette graine est à l'abri des corpuscules et de la maladie des morts-flats par hérédité. M. de Lachadenède, Président du Comice d'Alais, élèvera 20 onces de cette graine.

La boîte portant l'étiquette 2 grammes, n° 8, renferme une graine industrielle faite également à Paillerols et dont j'ai examiné moi-même les chrysalides et les papillons. Je juge que cette graine est à l'abri des corpuscules et de la maladie des morts-flats par hérédité. La famille de M. de Lachadenède doit élever 51 onces de cette graine; M. Gervais, notaire à Anduze, doit en élever 25 onces.

La boîte portant l'étiquette 2 grammes, D. S., renferme une graine qui a été faite cellulairement au collége d'Alais, par M. Despeyroux, professeur dans cet établissement, avec 5 grammes d'une graine cellulaire faite par moi en 1867 (race de Perpignan).

Cette dernière graine offre un intérêt particulier, car elle a été confectionnée dans une localité qui passe à bon droit comme l'une des plus affectées par les maladies régnantes. J'estime encore, d'après mes propres informations, que cette graine est à l'abri de la maladie des corpuscules et de la maladie des morts-flats par hérédité. Cette graine sera élevée au collége d'Alais et chez divers propriétaires du Gard. Sur 20 papillons, 1 seul offrait le ferment en chapelets de grains.

La boîte portant pour étiquette 2 grammes, C. C., renferme une graine dont les papillons ne contenaient pas trace de corpuscules et qui, en conséquence des principes que j'ai établis, ne peut périr de la maladie des corpuscules ou pébrine; mais ces mêmes papillons contenaient 70 pour 100 de sujets dont la poche stomacale renfermait le ferment en chapelets de grains dont j'ai parlé précédemment. Presque tous les vers périront de la maladie des morts-flats héréditaire. Cette graine a été faite cellulairement par M. de Lachadenède à l'aide d'une de ses chambrées les mieux réussies.

La boîte portant l'étiquette 2 grammes, S. Del., renferme une graine qui offre également un intérêt tout spécial. En 1867, le Comice du Vigan, voulant mettre à l'épreuve de l'expérience mon procédé de grainage, fit élever dans le canton de Saint-Hippolyte, à Sauve, sous la surveillance de deux de ses Membres, une once d'une graine dont j'avais examiné les papillons

producteurs, et que j'avais déclarée saine au point de vue de la pébrine. Cette graine produisit $46^{kg},500$ de cocons. Le Comice me chargea d'examiner ces cocons et de déclarer s'ils pouvaient servir au grainage. Je les reconnus sains. On fit grainer toute la chambrée, et le Comice décida qu'une once de la nouvelle graine serait encore élevée à Sauve sous sa surveillance. L'once de 25 grammes produisit $51^{kg},500$ de cocons en 1868. J'examinai de nouveau ces cocons et je les reconnus malades. Le Comice, séduit par la belle réussite de la chambrée et la beauté des cocons et voulant mettre de nouveau à l'épreuve mon jugement, les a fait grainer en totalité. La boîte dont il s'agit renferme 2 grammes provenant de ce grainage et que je dois à l'obligeance de M. Delettre, docteur-médecin, chargé par le Comice de la surveillance de la chambrée de Sauve. Je juge que cette graine périra à peu près complétement et uniquement par la maladie des corpuscules, car les papillons n'étaient que corpusculeux.

La boîte portant pour étiquette 2 grammes, n° 12, renferme une graine dont moitié des papillons producteurs étaient corpusculeux en partie et en partie aussi offrant le ferment, témoin de la maladie des morts-flats par hérédité. L'autre moitié des papillons était saine. Cette graine présentera une mortalité partielle due aux corpuscules, et une autre plus considérable due à la maladie des morts-flats.

» La Commission fait connaître ensuite les résultats qu'elle a obtenus pour chacun de ces sept lots de graines, puis elle s'exprime ainsi :

« Les tableaux de la marche de nos éducations, notés jour par jour et » joints à ce Rapport, vous démontrent avec quelle saisissante exactitude » les prédictions de M. Pasteur se sont réalisées. Sur sept indications, cinq » ont été rigoureusement exactes, une a été moins certaine, quoique pro- » bante, et une seule n'a pas rempli les conditions annoncées (1). Mais si » l'on tient compte du peu de certitude qu'offre la marche de l'éducation la » mieux menée, par suite d'incidents non prévus, on peut dire qu'il était » difficile d'arriver à un résultat plus concluant..... La Commission, de-

---

(1) La graine qui a échoué est celle de la boîte n° 8. Elle a échoué, dit le Rapport de la Commission, par les morts-flats, et il ajoute : *la flacherie accidentelle est peut-être la cause de l'échec non prévu par M. Pasteur*.

Cette présomption du Rapport de la Commission est parfaitement justifiée par les très-nombreuses réussites constatées de cette même graine sortant du même sac.

Chez Mme de Lachadenède mère, à Servas, une chambrée de 20 onces a fourni 500 kilogrammes de cocons. (*Voir* la Lettre de M. Lachadenède, Président du Comice agricole d'Alais, insérée dans le *Moniteur des soies* du 26 juin 1869.)

Chez M. Sirand, pharmacien à Grenoble, éducation à Voreppe, 5 grammes ont produit $7^{kg},800$ de cocons, et $3^{gr},50$ de la boîte n° 41 ont produit $5^{kg},350$.

On trouvera ces derniers faits relatés dans le numéro du mois d'août dernier du journal *le Sud-Est*, page 346. Ce numéro renferme un travail des mieux faits et des plus consciencieux, intitulé : « Résultat donné par les grainages étudiés suivant le procédé Pasteur », par M. Sirand, pharmacien à Grenoble.

» vant ces résultats, ne peut que se rendre à l'évidence des faits, et se croit
» autorisée à proclamer qu'à l'aide d'observations microscopiques bien
» faites sur les chrysalides et sur les papillons, on peut fixer la valeur d'une
» graine, sa réussite ou sa non-réussite, tant au point de vue de la maladie
» des corpuscules qu'à celui de la maladie des morts-flats. Mais il est évi-
» dent que ces prévisions ne peuvent être qu'indicatives, et que les mau-
» vaises chances qui peuvent se produire, soit par suite de milieux infectés,
» d'intempéries, de défauts de soins ou de mauvaise nourriture, peuvent
» donner de très-mauvais résultats, sans que pour cela le principe de la
» méthode de M. Pasteur soit infirmé. »

» Ces conclusions du Rapport de la Commission des soies de Lyon n'ont pas besoin de commentaires.

» Une circonstance digne de remarque, c'est que, des quatre graines saines que j'avais envoyées à la Commission, celle qui s'est comportée de la manière la plus satisfaisante est précisément cette graine D. S. déjà deux fois reproduite, à Alais même, et que j'avais signalée d'une maniere toute particulière à l'attention de la Commission : nouvelle et précieuse preuve de la possibilité du grainage indigène et de l'efficacité de ma méthode, même dans les localités qui passent, à bon droit, pour être le plus facilement et le plus gravement atteintes par le fléau.

» L'Académie jugera peut-être qu'il serait utile de répandre ces faits et ces jugements par la voie de ses *Comptes rendus*. Émanant d'une Commission d'autant plus scrupuleuse dans la recherche de la vérité, que son précédent Rapport la rendait circonspecte et lui donnait moins de confiance dans l'exactitude de son appréciation nouvelle, les conclusions de la Commission confirment d'une manière éclatante celles des Communications de notre illustre confrère M. le Maréchal Vaillant, de MM. Cornalia et Henri Marès, dont l'autorité est si grande en ces matières, et de toutes les personnes, aujourd'hui très-nombreuses, qui ont pris la peine de répéter mes expériences. Je puis donc assurer avec confiance à l'Académie que le problème que je me suis posé, il y a cinq ans, est résolu. La Sériciculture peut faire revivre, si elle le veut, son ancienne prospérité, non par la connaissance d'un remède que, pour ma part, je n'ai jamais cherché, mais par l'application d'une méthode sûre et pratique de confection de la bonne graine.

» Jamais les circonstances ne furent plus solennelles pour l'avenir de la Sériciculture. Le Japon est la seule contrée qui fournisse aujourd'hui à l'Europe des semences saines, malheureusement bien peu rémunératrices pour les éducateurs. Mais l'affaiblissement de ces graines a été très-sensible

et très-remarqué cette année. Il est à craindre que, d'ici à deux ou trois ans au plus, les maladies qui déciment les vers à soie en Europe n'aient envahi le Japon. L'application des pratiques que j'ai fait connaître deviendra alors une question de vie ou de mort pour l'industrie séricicole, si un progrès supérieur à celui de mes recherches n'est accompli dans cet intervalle. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Réponse de* **M. P. Thenard** *à la Note lue par* M. Pasteur *dans la séance du 13 septembre 1869, sur les droits à l'invention de la conservation des vins par le chauffage préalable.*

« Le 23 août dernier, M. le Maréchal Vaillant, comme Président du Conseil général de la Côte-d'Or, a fait, devant cette assemblée, un discours d'ouverture, où il a attribué à M. Pasteur l'invention de la conservation *assurée des vins les plus délicats,* par la méthode du chauffage préalable.

» Sans avoir en rien contesté ce qu'il y a de remarquable dans les travaux de M. Pasteur sur la théorie de la fabrication, de l'*éducation* et de la conservation du vin, j'ai dû protester contre ce qu'il y avait de trop absolu dans le discours de M. le Maréchal Vaillant, et le Conseil général de la Côte-d'Or, frappé de mes observations, a voulu qu'elles fussent consignées dans ses procès-verbaux.

» En conséquence j'ai rédigé une Note, contre laquelle, dans la séance de l'Académie du 13 septembre, s'est élevé M. Pasteur : *Je proteste,* dit-il, *de la manière la plus formelle contre le récit erroné de M. Thenard.*

» J'envoie ci-jointe cette Note à l'Académie : elle peut d'ailleurs se résumer ainsi :

» 1° C'est vers 1810 qu'Appert, après des expériences décisives, a annoncé que des vins chauffés à la température de 75 degrés et en bouteilles bouchées pouvaient ensuite supporter les plus longs voyages sans crainte d'altération ultérieure.

» 2° C'est vers 1850 que M. de Vergnette, examinant l'action du chauffage *à 75 degrés sur les vins fins de Bourgogne,* déclara qu'il leur enlevait la meilleure part de leur finesse et de leur bouquet, en les rendant secs et durs : que tout au plus il était utilement applicable aux vins blancs (*Annales de la Société centrale d'Agriculture*).

» 3° C'est au commencement de mai 1865, et peu de temps après que M. Pasteur eut pris un brevet pour la conservation des vins par le chauffage, brevet qui n'était pas encore dénoncé, que M. de Vergnette annonça à l'Académie (*Comptes rendus,* t. LX, p. 895) qu'une température de 50 degrés était parfaitement suffisante pour atteindre le but d'Appert et

éviter simultanément l'altération préalable que cause au vin un chauffage à 75 degrés.

» 4° M. Pasteur, qui dans son brevet reproduit à peu de chose près celui d'Appert, n'est par conséquent pas l'inventeur du principe.

» 5° Quant au perfectionnement, qui rend le principe applicable aux grands vins de la Bourgogne, il appartient à M. de Vergnette.

» Maintenant je n'ajoute qu'un mot : que M. Pasteur, au lieu de protester, daigne publier le brevet qu'il a pris sur la matière avant le 1er mai 1865; je serai le premier, s'il y a lieu, à reconnaître mon erreur. »

M. Regnault lit des passages d'un Mémoire sur la détente des gaz, imprimé dans le *Recueil des Mémoires de l'Académie*, t. XXXVII, qui paraîtra prochainement. Il en publiera un Extrait dans le prochain numéro des *Comptes rendus*.

M. Morin donne à l'Académie quelques détails relatifs aux observations de l'éclipse de Soleil, du 7 août dernier, dont M. Faye avait déjà parlé dans la dernière séance. Le résumé de ces observations sera inséré au *Compte rendu* prochain.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'action toxique de l'acide pyrogallique*. Note de **M. J. Personne**, présentée par M. Bussy.

[Renvoi à la future Commission du prix de Physiologie expérimentale (fondation Montyon).]

« En faisant connaître à l'Académie, dans sa séance du 1er mars dernier (1), l'emploi de l'essence de térébenthine pour combatre efficacement l'action toxique du phosphore, j'ai émis l'opinion que le phosphore tue en s'emparant violemment de l'oxygène du sang. J'ai dit en effet : « Le phosphore tue en empêchant l'hématose du sang, qu'il prive de son oxygène : » rapidement si l'absorption est rapide, lentement si elle est lente. Dans le » premier cas, la mort est assez prompte : c'est une véritable asphyxie; » dans le second, elle est plus lente, et cause cette dégénérescence graisseuse qui est le résultat du défaut d'hématose et qui fait succomber les » individus. L'essence de térébenthine absorbée semble donc empêcher le » phosphore de brûler dans le sang, de la même manière qu'elle empêche » sa combustion, à basse température, dans l'air; elle lui enlève la propriété

(1) *Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 543.

» de priver le sang de l'oxygène qui lui est indispensable : il peut alors être
» éliminé sans avoir causé de désordres dans l'économie. »

» Cette idée que j'ai émise, sur la manière dont le phosphore exerce son action délétère, était déduite des phénomènes observés sur les sujets soumis à l'action toxique de cet agent, ainsi que de l'action si merveilleusement bienfaisante de l'essence de térébenthine administrée à temps (1). Mais cette idée théorique avait besoin, pour moi, d'être confirmée par de nouveaux faits, et c'est dans ce but que j'ai entrepris de nouvelles expériences avec un corps ne présentant pas la moindre ressemblance avec le phosphore. Les premiers résultats que j'ai obtenus sont si concluants, que je m'empresse de les porter à la connaissance de l'Académie avant que ces expériences soient terminées, me réservant de poursuivre cette étude.

» Dans le but de résoudre cette question, je me suis adressé à l'*acide pyrogallique*, produit organique bien différent du phosphore, mais qui, comme lui, absorbe l'oxygène de l'air avec grande énergie quand on le met en solution au contact des alcalis. Cet acide a été administré à deux chiens, à la dose de 2 et 4 grammes, en solution assez étendue, à l'aide d'une sonde œsophagienne introduite dans l'estomac.

» Quinze minutes après l'injection, l'action se fait déjà sentir, tous les accidents de l'asphyxie se manifestent et prennent tous les caractères de ceux que cause le phosphore : vomissements spumeux bruns, tristesse profonde, tremblement, ventre rétracté pour chercher à dilater plus fortement la poitrine. Au bout d'une heure, l'animal a de la peine à se mouvoir; refroidissement rapide, plaintes, émission d'urine brune comme les vomissements, insensibilité. Ces accidents augmentent avec une rapidité surprenante, et bientôt, deux à trois heures après l'injection, l'animal est étendu sans faire d'autres mouvements que celui du thorax, qu'il cherche à dilater péniblement pour respirer. Cet état dure jusqu'à la mort, qui est arrivée au bout de cinquante heures pour l'animal qui avait absorbé 4 grammes, et de soixante heures environ pour celui qui n'avait pris que 2 grammes de ce toxique.

» A l'autopsie, on a trouvé un foie très-volumineux, dont la vésicule était distendue outre mesure et avait même imprégné de bile les portions du foie qui étaient en contact; un cœur flasque, dans le tissu duquel les doigts pénétraient facilement par la pression, et dont les cavités renfermaient d'abondants caillots de sang noir; la vessie pleine d'un liquide brun, ressemblant

(1) Depuis la publication de nos premières expériences, deux guérisons radicales d'empoisonnement par le phosphore ont été obtenues dans les hôpitaux de Paris, l'une au mois de juin à l'hôpital Necker, l'autre au mois de septembre à l'hôpital Saint-Louis.

à la liqueur qu'on obtient quand on agite une solution alcaline d'acide pyrogallique au contact de l'air. Enfin l'examen microscopique du cœur et du foie y a démontré une énorme quantité de graisse; les fibres du cœur disparaissaient sous les globules de graisse. Un de ces animaux, celui qui n'a pris que 2 grammes d'acide pyrogallique, pesant environ 5 kilogrammes, m'a présenté un foie du poids de 500 grammes, soit $\frac{1}{10}$ du poids total de l'animal, et ce foie était tellement stéatosé, qu'il nageait à la surface de l'eau.

» Ainsi voilà deux corps bien différents, l'un, le *phosphore*, dont l'action redoutable est malheureusement trop connue, l'autre, l'*acide pyrogallique*, qui a été certainement regardé jusqu'à présent comme bien inoffensif et qui est surtout incapable de causer des lésions traumatiques sur le tube intestinal, mais qui, placés chacun dans des conditions convenables, possèdent la même fonction chimique, celle d'absorber rapidement l'oxygène de l'air. Ces deux corps causent les mêmes accidents sur l'économie animale et, malgré leur dissemblance et leur différence d'origine, sont aussi redoutables l'un que l'autre.

» Je pense que ces faits ne doivent plus laisser de doute sur la manière dont on doit interpréter l'action funeste du phosphore, et qu'on doit admettre, avec moi, qu'il tue par axphyxie, lente ou rapide, selon la quantité qui est absorbée plus ou moins rapidement. »

« **M. Chevreul** rappelle que Vauquelin est l'auteur de l'observation remarquable que le phosphore ne brûle point, à la température ordinaire, dans de l'air contenant de la vapeur d'huile de térébenthine, comme il le fait dans l'air qui en est dépourvu.

» Il fit cette observation en essayant d'analyser, par la combustion lente du phosphore, de l'air au sein duquel il avait placé des feuilles de pin. Le phosphore ne brûla pas.

» Il constata le même fait avec de l'air qui avait été mêlé à de la vapeur d'huile de térébenthine.

» M. Chevreul a parlé de cette observation à l'article HUILE VOLATILE DE TÉRÉBENTHINE (*Dictionnaire des Sciences naturelles*, t. XXI, p. 526 et 527).

» M. Chevreul a entendu avec un vif intérêt la communication du travail de M. Personne, faite par M. Bussy, sur la propriété organoleptique de l'acide pyrogallique, parce qu'elle est en parfait accord avec la relation qu'il a établie entre l'*action simultanée de l'oxygène gazeux et des alcalis sur un grand nombre de substances organiques* (1) et la Théorie de la respiration. M. Che-

(1) Mémoire lu à l'Académie le 23 d'août 1824.

vreul, en montrant l'énergie d'un grand nombre de principes immédiats des êtres vivants, notamment de l'acide gallique, pour absorber l'*oxygène en présence des alcalis*, signala cette énergie comme *expliquant l'importance de l'alcalinité du sang dans la respiration*, explication que MM. Dumas et Boussingault voulurent bien mentionner dans la dernière édition de leur *Statique chimique des êtres vivants.* »

PHYSIOLOGIE. — *Expériences nouvelles sur le chloral hydraté;*
par **MM. G. Dieulafoy** *et* **Krishaber.**

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

« Il résulte de nos expériences sur des lapins, que l'on peut *à volonté* provoquer la sensibilité exagérée ou l'insensibilité complète avec le chloral hydraté.

» Les injections sous-cutanées à doses modérées provoquent, chez ces animaux, une excitabilité très-marquée. Des quantités au-dessus de 2 grammes, introduites de la même façon, produisent l'insensibilité à des degrés divers. Cette insensibilité devient, à mesure que l'on augmente les doses, absolue et complète; elle peut durer plusieurs heures.

» C'est ainsi que l'injection sous-cutanée de 3 à 4 grammes de chloral dissous dans de l'eau, a mis ces animaux dans un état d'anesthésie telle, que nous pûmes galvaniser le nerf laryngé supérieur mis à nu, toucher les muqueuses nasale et buccale avec l'acide acétique et avec le nitrate acide de mercure, sans provoquer le moindre signe de sensibilité. On sait jusqu'à quel point les lapins à l'état normal sont impressionnables à ces genres d'excitations; nous eûmes, du reste, la précaution d'exciter le laryngé supérieur et la musqueuse bucco-nasale avant l'administration du chloral, et nous obtînmes les signes ordinaires d'une douleur extrême.

» Le chloral injecté dans l'estomac des lapins (au moyen d'une sonde œsophagienne) donna des effets moins constants; ces effets dépendaient beaucoup de la présence d'aliments, en plus ou moins grande quantité, dans le tube digestif. De toute façon, les effets obtenus sont analogues à ceux que donnent les injections sous-cutanées, mais ils exigent des quantités plus grandes et les phénomènes sont plus difficiles à diriger.

» L'hypnotisme est obtenu, même à faible dose.

» L'action du chloral est lente à se produire sur le lapin; l'anesthésie n'est obtenue qu'après un temps qui varie entre 30 et 50 minutes. Dans les cas où les doses sont suffisantes pour produire l'anesthésie, les animaux passent néanmoins par un état antérieur d'excitabilité.

» Le nombre des battements du cœur est augmenté d'abord; il diminue ensuite jusqu'à cessation complète, lorsque les doses sont très-fortes. Avant de cesser, les battements du cœur sont intermittents pendant plus d'une heure. La mort n'arrive qu'après plusieurs heures d'insensibilité complète.

» La respiration diminue constamment; au moment de l'anesthésie, elle n'atteint que le tiers du nombre normal.

» La température au moment de l'anesthésie baisse de 4 à 6 degrés. (De $39\frac{1}{2}$ à 40 au rectum, elle descend graduellement jusqu'à 35 et 34; dans un cas, à 32.)

» Au moment du dernier battement de cœur, la température variait entre 30 et 31 degrés.

» La respiration cesse plusieurs minutes avant les battements du cœur.

» La mort, quand elle est produite, n'arrive qu'après plusieurs heures d'insensibilité complète et générale.

» *Conclusions.* — 1° Le chloral excite la sensibilité à faible dose; à doses élevées, il la diminue graduellement jusqu'à l'anesthésie complète.

» 2° Les animaux anesthésiés passent par un état antérieur d'excitabilité.

» 3° Les animaux sur lesquels l'anesthésie est générale et absolue peuvent rester dans cet état plusieurs heures; ils succombent ensuite presque invariablement.

» 4° Le sommeil existe avec l'hypéresthésie comme avec l'anesthésie; dans ce dernier cas, la résolution est absolue.

» 5° Le chloral modifie profondément le nombre et le rhythme des mouvements du cœur; il ralentit progressivement les mouvements du diaphragme, la chaleur est notablement abaissée.

» 6° Les phénomènes provoqués par le chloral sont, en beaucoup de points, différents des phénomènes obtenus par le chloroforme, quoique l'anesthésie soit égale dans les deux cas.

» En somme, les lapins traités par des doses excédant $2^{gr},50$ furent toujours anesthésiés; au-dessus de $3^{gr},50$, ils furent anesthésiés et tués. Au-dessous de $1^{gr},50$, ils furent endormis, mais ni anesthésiés, ni tués; au-dessous de 60 centigrammes, nous n'obtînmes aucun effet.

» Quant à savoir s'il existe une dose intermédiaire et un mode d'administration particulièrement favorable pour provoquer, non-seulement l'amoindrissement de la sensibilité, mais l'insensibilité complète, sans donner la mort, c'est ce qui fera le sujet d'une prochaine Communication. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Étude sur la betterave à sucre* (troisième Mémoire); *par* **M. Méhay**. (Extrait.)

(Ce Mémoire est renvoyé, ainsi que les deux précédents, à l'examen d'une Commission composée de MM. Boussingault, Payen, Decaisne.)

« Les analyses nombreuses qui ont été faites jusqu'ici sur la betterave ont porté principalement sur la racine. Cependant si l'on considère que c'est par les feuilles que s'introduit, sous forme d'acide carbonique, la plus grande partie du carbone qui forme les matières organiques, on reconnaîtra que la détermination des substances que renferment les parties aériennes du végétal n'offre pas un intérêt moindre au point de vue théorique. Tout nous porte à croire, en effet, d'après ce que nous savons de la synthèse chimique, que l'acide carbonique, qui est un des composés les plus simples, ne se transforme pas en sucre et en cellulose sans passer par un certain nombre de réactions intermédiaires; il suit de là que si c'est dans la racine que l'acide carbonique de l'air achève de se transformer en sucre, et que cette substance se trouve par conséquent en plus grande abondance, c'est, au contraire, dans les feuilles que doivent se rencontrer, en plus grande quantité, les produits des premières réactions, et dans les pétioles qu'on devra trouver surtout les produits intermédiaires.

» Nous nous sommes borné jusqu'ici à déterminer la quantité des trois substances solubles qui nous ont paru jouer le plus grand rôle, et qui sont : le sucre cristallisable, le sucre incristallisable et l'acide oxalique. Les trois substances ont été dosées comparativement pour chaque betterave essayée : 1° dans le jus de la racine; 2° dans le jus des pétioles; 3° dans le jus des feuilles proprement dites.

« Nous avons constamment trouvé que le sucre cristallisable, qui domine dans les racines, se trouve en quantité presque nulle dans les feuilles, tandis que, dans les pétioles, il se trouve toujours en quantité appréciable, bien que généralement assez faible. Le contraire a lieu pour l'acide oxalique, qui se rencontre au maximum dans les feuilles et au minimum dans le jus de la racine. Enfin le sucre incristallisable ne se rencontre qu'en petite quantité dans les feuilles et dans les racines, mais il domine dans les pétioles, où paraît être le siége de sa formation.

» Nous avons dosé le sucre cristallisable au moyen de la fermentation des liquides après destruction du sucre incristallisable par les alcalis (procédé Dubrunfaut). A cet effet, nous avons fait bouillir, pendant quelques minutes, avec de la chaux, et, après avoir séparé l'excès de ce corps par

l'acide carbonique, nous avons mis les liquides en fermentation au moyen de la levûre.

» La présence du sucre incristallisable dans la betterave a depuis longtemps été constatée par M. Payen; cependant comme son existence, dans cette plante, a été niée, depuis, par d'autres savants, nous avons cru devoir effectuer le dosage de ce corps au moyen de trois procédés différents, de manière à ne laisser aucun doute à ce sujet; les procédés ont été les suivants :

» 1° Le procédé de M. Dubrunfaut, qui nous a permis de déterminer la somme du sucre cristallisable et du sucre incristallisable, et, par conséquent, de déduire la quantité de ce dernier corps, connaissant celle du premier.

» 2° Le procédé par la soude, que nous devons également à M. Dubrunfaut, et qui consiste à faire bouillir un volume donné du liquide en présence d'une quantité de soude caustique en excès, dont on a déterminé le titre alcalimétrique; 2 équivalents de sucre incristallisable donnent alors 3 équivalents d'acide glucique, qui se combinent à la soude d'après la réaction

$$\underbrace{2C^{12}H^{12}O^{12}}_{\text{Glucose.}} + 3NaO = \underbrace{C^{24}H^{15}Na^{3}O^{18}}_{\text{Glucate de soude.}} + 9HO;$$

de sorte que, d'après la quantité de soude restant à l'état libre après l'opération, on peut conclure la quantité de sucre incristallisable qui a été transformée en acide glucique.

» 3° Le procédé de M. Frommerz, régularisé par M. Barreswil, en suivant la marche indiquée par ce dernier. Cependant lorsque nous avons eu à essayer des liquides colorés, nous avons préféré procéder de la manière suivante : nous faisons bouillir un volume donné de liquide à essayer avec un léger excès de la liqueur Barreswil; nous recueillons le précipité d'oxydule de cuivre et nous le lavons sur un filtre; nous le chauffons ensuite dans une capsule de platine, de manière à brûler le filtre et à transformer l'oxydule de cuivre en protoxyde CuO, et nous le pesons en cet état. D'après son poids, nous concluons facilement celui du sucre incristallisable renfermé dans le volume de liquide essayé, ayant déterminé préalablement par expérience la quantité d'oxyde de cuivre formé dans les mêmes conditions par un gramme de sucre interverti (1).

» La fermentation étant la propriété la plus caractéristique des sucres,

(1) Le procédé ainsi modifié pourrait s'appliquer avec avantage à l'essai des sucres bruts qui sont souvent fortement colorés.

les résultats du premier procédé sont les plus concluants. Le procédé à la soude nous a donné, en général, des chiffres sensiblement plus élevés, tandis que le procédé Frommerz et Barreswil nous a fourni le plus souvent des résultats compris entre les deux autres.

» Les différences entre les résultats du procédé par fermentation et ceux du procédé à la soude peuvent s'expliquer soit en admettant que les fermentations ont été incomplètes, soit en supposant qu'il existe dans la betterave d'autres substances que le sucre incristallisable, et qui se transforment d'une manière analogue sous l'influence de la soude; mais, dans tous les cas, la quantité vraie de sucre incristallisable doit se trouver comprise nécessairement entre le maximum indiqué par le procédé à la soude et le minimum que fournit le procédé par fermentation.

» L'acide oxalique pouvant se trouver en partie à l'état d'oxalate de chaux dans les différents tissus de la betterave, nous n'avons pas cru devoir faire le dosage de cette substance simplement sur le jus, comme nous l'avons indiqué pour le sucre; nous avons pris un poids déterminé de la matière à essayer (racines, feuilles ou pétioles), nous l'avons fait mariner pendant plusieurs heures dans l'eau chargée d'acide chlorhydrique, et nous l'avons ensuite épuisée par l'eau; c'est sur le liquide provenant de cette opération que nous avons dosé l'acide oxalique, en saturant l'acide chlorhydrique par l'ammoniaque, et en ajoutant un excès de chlorure de calcium de manière à le précipiter à l'état d'oxalate de chaux.

» Le tableau suivant renferme en centièmes les moyennes des résultats que nous avons obtenus en appliquant les procédés ci-dessus aux racines, aux pétioles et aux feuilles provenant des mêmes plantes :

Désignation des essais.		Racines.	Pétioles.	Feuilles.
Sucre incristallisable		12,00	0,25	0,00
Sucre incristallisable	par fermentation	0,50	2,72	1,23
	par la soude	0,70	3,62	1,64
	par la liqueur Fehling	0,54	3,25	1,45
Acide oxalique		0,22	0,43	1,86
Densité du jus		106,00	102,33	102,53
Rotation du jus (Appareil Soleil)		74,00	3,6	0,5

» Ces résultats, et surtout les essais par fermentation, faits sur le jus des pétioles, ne peuvent laisser aucun doute sur la présence du sucre incristallisable, en quantité notable, dans cette partie de la plante. Cependant on voit qu'il n'est que faiblement accusé par la rotation du liquide à l'essai polarimétrique. Cela conduit à supposer que le sucre incristallisable dont il

s'agit n'est pas simple, et se trouve formé par les deux sucres, à rotations inverses, que M. Dubrunfaut a signalés dans le sucre interverti; seulement, contrairement à ce qui a lieu dans ce cas, le sucre à droite se trouverait ici dominant par rapport à sa rotation. Nous n'avons pas réussi jusqu'à présent à séparer ces deux sucres.

» En considérant les nombres du tableau précédent, on voit que l'acide oxalique existe dans les pétioles en quantité double de celle qui se trouve dans les racines, et qu'il est en quantité environ huit fois plus grande dans les feuilles. En prenant le titre alcalimétrique des cendres après incinération, nous nous sommes assuré que la somme des acides organiques que renferme la betterave se trouve également au minimum dans la racine. Les acides étant, en général, les corps dont la formation est le plus facile, et l'acide oxalique étant parmi eux un des plus simples, on ne peut être étonné de le trouver en plus grande abondance dans les feuilles, comme l'un des premiers produits de la transformation de l'acide carbonique de l'air. On est porté ainsi à supposer, d'après les expériences indiquées ci-dessus, que la formation du sucre cristallisable a dû être précédée de celle du sucre incristallisable, que l'on trouve plus abondamment que lui dans les pétioles. Ce ne sont là toutefois que des présomptions, et nous ne pouvons les vérifier dans l'état actuel de la science. »

GÉOMÉTRIE ANALYTIQUE. — *Dernier Mémoire sur la recherche des racines des équations trinômes de tous les degrés à l'aide de la cubo-cycloïde; par* **M. Henry Montucci.** (Extrait par l'Auteur.)

(Commissaires : MM. Bertrand, Hermite, Bonnet.)

« Dans mon Mémoire du 23 août dernier, j'ai montré que la cubo-cycloïde pouvait servir à trouver des racines de toute équation trinôme répondant à l'une des formes suivantes :

$$z^n + pz^2 - q = 0; \quad z^n - pz^{n-2} + q = 0.$$

» Dans le présent Mémoire, je supprime cette restriction, et je démontre que, par ses propriétés intrinsèques et sans le secours d'aucun artifice algèbrique étranger à la courbe, la cubo-cycloïde offre le moyen d'abaisser d'un degré au moins, par des approximations faciles et rigoureuses, toute équation trinôme renfermant des racines réelles, sans préjudice d'ailleurs des abaissements qui peuvent s'opérer dans le cas d'un degré non premier.

» La courbe peut abaisser la proposée de trois degrés, sauf le cas où les deux racines conjugées qui devraient y concourir seraient imaginaires. »

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce adresse, pour la bibliothèque de l'Institut, un exemplaire du tome LXVII de la Collection des Brevets d'invention pris sous le régime de la loi de 1844, ainsi que les trois premiers numéros du Catalogue de 1869.

L'Académie royale suédoise des Sciences de Stockholm fait hommage à l'Académie d'un certain nombre d'ouvrages, qui sont mentionnés au *Bulletin bibliographique*.

« M. d'Avezac dépose sur le bureau de l'Académie un Mémoire qu'il vient de publier sous ce titre : « Campagne du navire *l'Espoir*, de Hon- » fleur, de 1503 à 1505; relation authentique du voyage du capitaine de » Gonneville, ès nouvelles terres des Indes, publiée intégralement pour la » première fois, avec une introduction et des éclaircissements ».

» Parti de Honfleur en juin 1503 pour les Indes orientales, Binot-Paulmier de Gonneville, saisi par la tempête à la hauteur du cap de Bonne-Espérance, avait abordé sur une terre australe inconnue, où il fit, pour se radouber, une relâche de six mois au milieu d'une population paisible, dont le chef lui confia au départ son jeune fils, sous promesse de le lui ramener; mais attaqué et coulé par des pirates à sa rentrée en France, et n'ayant pu rapatrier son jeune pupille comme il l'avait promis, le bon gentilhomme, qui n'avait pas d'enfants, l'adopta et le maria à une héritière de sa parenté. Un arrière petit-fils provenu de ce mariage, l'abbé Jean Paulmier de Courtonne, qui avait, dans les papiers de famille, une copie de la déclaration faite jadis par Gonneville au greffe de l'Amirauté pour tenir lieu de son journal de bord perdu dans le naufrage, y puisa un ardent désir d'aller évangéliser ce pays d'où il tirait son origine, et publia des Mémoires à ce sujet. Son livre éveilla la curiosité sur ces Indes australes dont il dépeignait les mœurs, dont il ignorait le gîte précis. Plus tard, la Compagnie des Indes songea à rechercher à son profit, dans l'Océan austral, la *Terre de Gonneville* : ce fut le but des voyages successifs de Lozier-Bouvet, de Kerguélen, de Marion et Crozet. Mais les îles désolées auxquelles ils ont laissé leurs noms ne répondent nullement au doux climat et aux peuples hospitaliers dépeints par l'abbé Paulmier; malheureusement la route d'aller ni celle de retour n'étaient indiquées que par

quelques mots insuffisants dans le récit écourté du pieux écrivain, et l'on avait cherché vainement, dans certains greffes d'Amirauté, la déclaration faite en 1505 par Gonneville, et les opinions les plus diverses avaient cours sur la position géographique de cette terre australe inconnue.

» Ce document si essentiel s'est nouvellement retrouvé parmi les manuscrits de la Bibliothèque de l'Arsenal. Un procès en payement de droits d'aubaine, intenté à l'abbé Paulmier et consorts, avait motivé la production en justice d'une expédition régulière, délivrée, sur Lettres-Royaux de compulsoire, au siége supérieur de l'Amirauté de Rouen; et c'est une copie de ces deux pièces qui a été reconnue au milieu des papiers du marquis de Paulmy. Une étude attentive de ce curieux récit permet de tracer, avec quelque assurance, la route suivie, tant à l'aller qu'au retour, par les marins normands de 1503, et de conclure que la terre par eux découverte était située dans la partie australe du Brésil, probablement vers San Francisco do Sul.

» Mais un fait important à noter, c'est la mention expressément contenue dans la narration de ce voyage de 1503, que, *dempuis aucunes années en çà*, c'est-à-dire en remontant tout au moins à l'an 1500, année même de la double découverte officielle par les Espagnols et par les Portugais, de la partie équinoxiale du Brésil, les Dieppois, les Malouins et autres Normands et Bretons, allaient y charger des bois de teinture, du coton, des perroquets, des singes et autres denrées, ce qui constate que les marins français fréquentaient ces parages tout aussi anciennement, pour le moins, que les premiers découvreurs. »

CHIMIE. — *Amalgame d'argent cristallisé artificiellement; par* **M. Ernest Dumas**.

« Environ 10 kilogrammes de mercure argentifère contenus dans une bouteille de fer à la Monnaie de Bordeaux, ayant très-probablement servi, vers 1832, au lavage des cendres provenant de la refonte des écus de 6 francs, ont été filtrés à la peau de chamois. Ce mercure a laissé comme résidu une certaine quantité de cristaux, dont les plus beaux ont été recueillis.

» Ces cristaux se rapprochent du mercure argental naturel. Ils contiennent :

Argent........	27,4
Mercure.......	72,6
	100,0

» Ils renferment quelques traces d'or.

» L'analyse de Klaproth sur le mercure argental naturel avait donné :

Argent........	36
Mercure........	64
	100

ce qui correspond presque exactement à la formule $AgHg^2$, qui représente :

Argent......	34,68
Mercure......	65,32
	100,00

» La formule qui semble convenir au produit que j'ai analysé serait AgH^3, qui donnerait :

Argent.......	26,5
Mercure.......	73,5
	100,0 »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *De la disparition des acides du raisin et de leur transformation probable en sucre; par* **M. A. Petit**.

« Quand les grains de raisin pèsent de 1 gramme à 1gr,50, ils sont encore entièrement verts, et contiennent, par litre de jus, de 36 à 37 grammes d'acide libre, exprimé en acide tartrique.

» Au moment où les mêmes grains sont entièrement mûrs, ils pèsent 2 ou 3 grammes, au maximum. La quantité d'acide libre contenue dans 1 litre de jus devrait être de 18 grammes dans le premier cas, de 12 dans le second, en admettant que l'augmentation de poids des grains est due à de l'eau qui diluerait l'acide. Elle est seulement de 5 à 6 grammes.

» Quelle est la cause de cette différence? Y a-t-il proportionnellement plus de résidu dans les raisins verts? Si cette hypothèse était vraie, la dilution portant seulement sur le liquide, on pourrait expliquer ainsi la différence d'acidité que je constate. Au contraire, le résidu obtenu par évaporation des raisins mûrs est plus considérable que le résidu obtenu avec les mêmes raisins verts.

» Les acides sont-ils en partie saturés par les bases? L'expérience prouve que le raisin mûr ne contient pas plus de bases que le même raisin vert. C'est le contraire qui a lieu. Il y a donc disparition de l'acide.

» Et d'ailleurs, est-il probable que, dans le raisin vert, qui en grossissant jusqu'à 1 gramme et 1gr,50 se maintient à ce maximum de 36 à 37 grammes

par litre, la production de l'acide soit subitement arrêtée? Elle doit être incessante et continuer pendant la formation du sucre.

» Dans un raisin qui renferme déjà du sucre, et dont le jus nous a donné 38 grammes d'acide par litre, il n'y a que 58 grammes de résidu par litre de verjus. On voit combien est considérable la proportion des acides.

» Les feuilles, les vrilles, la grappe du raisin contiennent une proportion considérable d'acide qui, dans mes expériences, a varié, pour les feuilles, de 13 à 16 grammes d'acide par kilogramme. Elles contiennent aussi une notable quantité de sucre, de 20 à 30 grammes pour 1 kilogramme de jeunes feuilles. Les jeunes feuilles en renferment le plus, puis les feuilles des raisins mûrs devenues jaunes, mais non desséchées. Les feuilles vertes du raisin mûr en contiennent moins, et les feuiles du raisin vert en renferment beaucoup moins. La quantité d'acide est, au contraire, à peu près constante et varie dans des limites assez étroites (13 à 16 grammes par kilogramme). Les jeunes feuilles sont les plus acides, mais les feuilles du raisin vert et les feuilles jaunes de raisin mûr le sont également. La grappe de raisin vert contient deux fois plus d'acide que la grappe de raisin mûr.

» Il y a donc dans la plante production constante d'acide, et il me semble que l'on pourrait expliquer de la manière suivante les transformations graduelles qui se produisent dans le raisin.

» Les feuilles, décomposant l'acide carbonique et l'eau pour former la cellulose, mettent l'oxygène en liberté. Cet oxygène transforme la cellulose en acide tartrique,

$$\underbrace{C^{12}H^{10}O^{10}}_{\text{Cellulose.}} + O^{14} = \underbrace{C^{8}H^{4}O^{10},\ 2HO}_{\text{Acide tartrique.}} + 4CO^{2} + 4HO,$$

et en acide malique,

$$\underbrace{C^{12}H^{10}O^{10}}_{\text{Cellulose.}} + O^{12} = \underbrace{C^{8}H^{4}O^{8},\ 2HO}_{\text{Acide malique.}} + 4CO^{2} + 4HO.$$

» Le verjus renferme une substance colorante qui réduit le nitrate d'argent. Cette réduction n'a plus lieu quand le jus a été décoloré par du charbon animal. Cette substance réductrice transforme l'acide tartrique en acide malique, d'après la formule

$$\underbrace{C^{8}H^{4}O^{10},\ 2HO}_{\text{Acide tartrique.}} - 2O = \underbrace{C^{8}H^{4}O^{8},\ 2HO}_{\text{Acide malique.}},$$

et enfin la transformation de l'acide malique en sucre serait exprimée par la formule

$$2(C^8H^4O^8, 2HO) - 4CO^2 = C^{12}H^{12}O^{12}.$$

» On comprend avec quelle réserve je donne ces explications; mais ce qui est hors de doute, c'est la disparition de l'acide.

» On peut constater ce fait d'une façon très-saisissante en dosant les acides d'un raisin noir, encore vert, quelques jours avant qu'il change de couleur, quand il est devenu rouge, et enfin quand il est entièrement noir. Les grains de ce raisin augmentent à peine d'un huitième, et la quantité d'acide n'est plus que le tiers de la quantité primitive. Dix jours suffisent pour opérer ce changement. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la constitution de la pseudotoluidine.* Note de M. A. ROSENSTIEHL.

« Dans le but de déterminer les relations entre les toluidines et les acides amidobenzoïques isomères, j'ai étudié l'action de l'acide iodhydrique sur ces derniers. D'après les résultats observés, j'ai conclu que la toluidine correspond à l'acide amidobenzoïque, la pseudotoluidine à l'acide amidodracylique, peut-être à l'acide anthranilique (*Comptes rendus*, 5 juillet 1869). M. Koerner, qui a obtenu la pseudotoluidine en partant du bromotoluène cristallisé, en a étudié depuis quelques dérivés, et est arrivé à des résultats précisément opposés (*Comptes rendus*, 16 août 1869). D'après ce savant, la pseudotoluidine correspondrait à l'acide amidobenzoïque. Je me permettrai de discuter plus loin la méthode qui a conduit à cette conclusion, et je me hâte d'arriver à une rectification. En parlant de l'action de l'acide nitrique sur les deux nitrotoluènes, j'ai dit : « L'isomère cristallisé donne naissance » à l'acide nitrobenzoïque, l'isomère liquide à l'acide nitrodracylique. » M. Koerner fait observer qu'au contraire, c'est le nitrotoluène cristallisé qui donne, sous l'influence des mélanges oxydants, de l'acide nitrodracylique. J'ai reconnu depuis, en effet, qu'en employant l'acide chromique ou l'acide nitrique d'une densité de 1,4, la réaction s'effectue, ainsi que le dit M. Koerner. Je me fais un devoir de reconnaître mon erreur et d'indiquer de quelle manière elle a été faite. Le nitrotoluène cristallisé a été traité par l'acide nitrique fumant, à l'ébullition. La plus grande partie s'est aussitôt convertie en binitrotoluène peu attaquable, tandis qu'une faible quantité de matière s'est transformée en un acide dont voici les caractères :

» Il fond dans l'eau bouillante avant de se dissoudre. A l'état sec, son

point de fusion est 130 degrés C.; une partie se dissout dans 388,7 parties d'eau à 15 degrés. Par réduction, il fournit un acide fusible à 164-165 degrés C.

» Ce sont là les caractères de l'acide nitrobenzoïque.

» La formation de cet acide, dans l'expérience que je viens de citer, n'est donc pas douteuse, mais les conditions qui lui ont donné naissance sont mal déterminées. Comme ce résultat s'est trouvé parfaitement d'accord avec les résultats obtenus par la réduction des acides amidés, je n'ai eu aucun doute sur l'exactitude de mes observations.

» L'acide nitrobenzoïque et le nitrotoluène cristallisé produisant tous les deux par une réduction convenable de la toluidine, le nitrotoluène cristallisé devait produire de l'acide nitrobenzoïque.

» Il y a donc désaccord entre l'action de l'acide iodhydrique sur l'acide amidobenzoïque, et celle de l'acide nitrique sur le nitrotoluène. M. Koerner, pour l'expliquer, admet que l'action réductrice de l'acide iodhydrique n'est pas simple, et que les alcaloïdes dont j'ai observé la formation sont les produits d'une action secondaire. Pour répondre à cette objection, je citerai des chiffres : $0^{gr},5$ d'acide nitrobenzoïque pur ont produit $0^{gr},181$ de toluidine fondant à 45 degrés C. (1), ne contenant ni *aniline*, ni *pseudotoluidine*. Cette quantité représente les 0,56 du rendement théorique. D'un autre côté, les acides amidodracylique et anthranilique n'ont pas produit une trace de toluidine, mais seulement de l'aniline et de la pseudotoluidine.

» La formation de toluidine pure est un fait dont il faut tenir compte; je suis amené ainsi à discuter les conclusions de mon savant contradicteur. M. Koerner a fait un usage très-heureux de la méthode que la science doit aux travaux remarquables de Griess. Le nitrate de pseudoluidine a été converti en sulfate de diazotoluène; ce dernier, par le contact d'acide iodhydrique dilué, a été transformé en iodotoluène qui, oxydé par l'acide chromique et fondu avec la potasse, a donné naissance à de l'acide oxybenzoïque correspondant à l'acide amidobenzoïque. Est-il démontré par ces faits que la pseudotoluidine correspond en effet à cet acide? Oui, si l'iode occupe dans la molécule de l'iodotoluène la même place que le groupe NH^2 dans la pseudotoluidine. Mais on n'a à cet égard aucune certitude, ainsi que je vais

(1) Par une erreur d'écriture, les points de fusion du nitrotoluène et de la toluidine ont été indiqués comme étant à 66 degrés et 35 degrés C. (*Comptes rendus*, t. LXIX, p. 473; 16 août 1869). Les chiffres exacts sont 54 et 55 degrés C. Ils sont, du reste, assez connus pour que l'on ait pu s'apercevoir qu'il y avait eu confusion.

essayer de le montrer. Il y a dans le diazotoluène deux atomes d'azote : l'un provient de la pseudotoluidine et n'a pas changé de place, selon toute probabilité; l'autre provient de l'acide nitreux, et la place qu'il occupe est inconnue. On a émis à ce sujet deux hypothèses. D'après l'une, développée d'une manière très-conséquente par M. Kekulé, les deux atomes d'azote seraient soudés ensemble et ne se seraient substitués qu'à un seul atome d'hydrogène du toluène : c'est l'hypothèse admise par M. Koerner, et, si elle est vraie, les conclusions de ce savant sont justifiées. D'après l'autre hypothèse, émise par Griess (auquel nous devons presque tout ce que nous savons sur les diazodérivés), les deux atomes d'azote occupent chacun une place à part dans la molécule, et chacun serait substitué à un atome d'hydrogène. Comme l'azote est triatomique, il ne serait pas saturé en fonctionnant comme radical monoatomique, et le diazobenzol et ses homologues seraient des composés tétratomiques, et c'est ce que les faits semblent confirmer.

» Griess décrit en effet :

Un bibromure du bromhydrate de diazobenzol...........	$C^6H^4Az^2, BrH.Br^2$.
Un composé où les trois atomes Br sont remplacés par un atome $\overset{'''}{Az}$, la diazobenzolimide........................	$C^6H^4Az^2, HAz$.
Et un produit de substitution de cette dernière, la diazobenzolimide éthylée....................................	$C^6H^4Az^2, C^2H^5Az$.

» L'existence de ces composés relativement saturés ne s'explique pas facilement dans la théorie adoptée par M. Kekulé (*voir* à ce sujet l'excellent ouvrage de M. Kekulé : *Benzolderivate*, t. I, p. 230), tandis qu'on s'en rend compte aisément en adoptant celle de Griess, comprise comme il vient d'être dit.

» Il résulte des travaux récents sur le toluène, que cet hydrocarbure donne naissance à deux séries de dérivés isomères; on est ainsi conduit à admettre l'existence de deux atomes d'hydrogène plus facilement remplaçables que les autres, mais de fonctions chimiques très-différentes. Dans le diazotoluène, ce seraient deux atomes d'azote qui remplaceraient ces deux atomes d'hydrogène.

Le toluène étant, par exemple, . $C^6H^3(CH^3)H\alpha\, H\beta$,
Le diazotoluène serait . . . . . . $C^6H^3(CH^3)Az\alpha\, Az\beta$.

» En faisant agir l'acide iodhydrique sur ce composé, les éléments de cet acide se substituent aux deux atomes d'azote, qui se dégagent à l'état de gaz libre, et il se forme de l'iodotoluène. A quelle série appartient ce com-

posé? Si l'iode s'est substitué à Az_α, il est de la série que j'ai désignée ailleurs par α, et qui comprend le nitrotoluène et le bromotoluène cristallisés; s'il est substitué à Az_β, il appartient au contraire à la série isomérique caractérisée par la forme liquide. Dans l'état actuel de la science, il est impossible de prévoir comment cette substitution devra s'effectuer; il est même bien plus probable qu'elle se fait simultanément sur deux molécules et aux deux places α et β, occasionnant ainsi la formation simultanée de dérivés appartenant aux deux séries, ainsi que cela a lieu lors de la formation des nitrotoluènes et des bromotoluènes. On voit jusqu'à quel point l'incertitude est encore grande, et combien il est facile de passer d'une série à l'autre de ces composés isomères, qui nous sont encore si peu connus.

» En publiant cette Note, j'ai eu pour but :

» De reconnaître et de rectifier une erreur d'observation;

» De montrer que la constitution de la pseudotoluidine n'est pas encore établie avec une certitude suffisante;

» De déclarer que je renonce à poursuivre mes recherches sur ce sujet, parce que les circonstances ne me permettent pas de vouer à l'avenir mes loisirs aux recherches scientifiques. Je me réserve uniquement de réunir en un seul travail mes observations, en partie inédites, en partie publiées, sur le toluène, ses dérivés nitrés, les deux toluidines et leurs sels, et enfin les matières colorantes qui en dérivent. »

PHYSIOLOGIE. — *Nouveau procédé pratique de la transfusion du sang; par* **M. L. de Belina.**

« Les causes principales de l'insuccès de la transfusion du sang et, par suite, du discrédit où est tombé ce système en France sont : l'emploi du sang non défibriné, le défaut de mesure de la quantité de sang à employer et enfin l'imperfection des instruments et des procédés opératoires.

» L'emploi du sang non défibriné amène inévitablement la coagulation dans les tubes de l'appareil; alors, ou bien la transformation devient impossible, ou bien on peut introduire des caillots dans la veine, et l'opération devient dangereuse et même fatale. Si les caillots sont trop grands, obstruction de l'artère pulmonaire et mort immédiate; si la mort n'est pas immédiate, elle peut venir d'une embolie produite par le dépôt des caillots, dans un endroit quelconque de la circulation.

» La fibrine n'est pas une partie essentielle du sang et peut en être retranchée sans inconvénient; bien plus, l'opération que l'on fait subir au

sang pour le défibriner a l'avantage de le saturer d'oxygène et de le débarrasser de l'acide carbonique.

» Quant à la quantité, on a souvent employé, ou trop de sang, ou trop à la fois; de là, afflux au cœur, paralysie consécutive, ou tout au moins congestions dangereuses dans différentes régions de l'organisme.

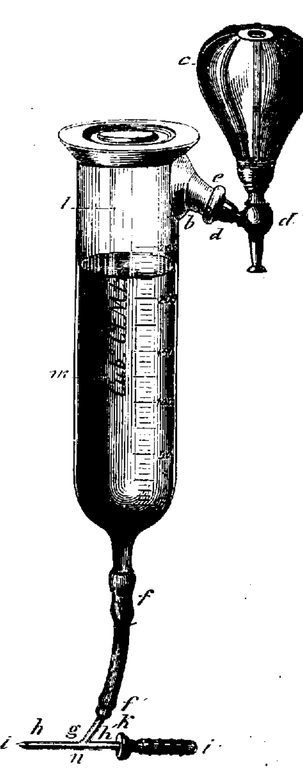
» Jusqu'à présent, on a inventé au moins vingt appareils différents, sans qu'aucun satisfasse à toutes les conditions requises. Ces conditions sont :

» 1° Que l'appareil puisse être tenu dans un état de propreté parfaite;

» 2° Que sa capacité soit suffisante pour contenir la quantité nécessaire de sang, et qu'il puisse être manié facilement et avec précision;

» 3° Qu'il soit possible de conserver au sang la température voulue;

» 4° Que l'introduction des bulles d'air dans la veine soit rendue impossible.



» J'ai construit un appareil qui me paraît réunir toutes les conditions ci-dessus. La figure ci-jointe représente cet appareil. C'est, comme on le voit, un flacon oblong, gradué, qui peut contenir 250 grammes. A l'ouverture du tube *b*, on place une pompe à air comprimé. Cette pompe est composée d'un ballon de caoutchouc noir *c* et d'une pièce accessoire avec deux soupapes en boule près de *d* et *d'*. Le ballon peut être facilement embrassé par la main; son diamètre est à peu près de 6 centimètres. L'ouverture du tube accessoire de la pompe de compression, qui est long de 2 centimètres, est, près de *e*, recouverte d'une gaze épaisse, pliée en deux, pour retenir la poussière et les germes organiques en suspension dans l'air. Le col du flacon *f* est réuni, à l'aide d'un tube de caoutchouc noir *ff'* long de 5 centimètres et épais de 6 millimètres, à un trocart d'infusion construit d'après mes indications. Ce trocart est composé de deux tuyaux en argent, reliés entre eux, et d'un stylet. Le premier tuyau *f'g*, long de 2 centimètres, se décharge à angle presque droit, avec une petite inclinaison, dans l'autre tuyau *hh'* long de 5 centimètres. L'épaisseur de l'un et de l'autre tuyau mesure à peu près 2 millimètres. Le stylet *ii'* s'ajuste à frottement doux avec le tuyau *hh'*. La pointe, de forme triangu-

laire, dépasse de 5 millimètres l'ouverture du tuyau d'argent. Près de *k*, est placé un ressort, qui se détend, quand on retire le stylet, dans une rainure située sur la tige de celui-ci, et, de cette manière, empêche qu'on puisse le retirer davantage.

» Afin d'éviter une trop grande variation dans la température du sang, surtout si l'on est obligé d'injecter très-lentement, et si la température de la chambre du malade n'est pas très-élevée, le flacon peut être muni d'une couverture de laine; on y a ménagé une entaille, qui permet de voir la quantité de sang fournie au malade, à l'échelle métrique gravée sur le flacon.

» On opère la transfusion de la manière suivante : on commence par défibriner le sang, à l'aide d'un bâton en verre tordu; ensuite, on le filtre à travers une toile épaisse; puis on l'introduit par l'ouverture *b* avec un entonnoir de verre. On ferme l'ouverture *b*, avec un bouchon de caoutchouc noir, et on place le flacon dans un bain d'eau chauffée à 40 degrés.

» Après avoir bandé le bras du malade, comme pour une saignée, on découvre la veine médiane, en pratiquant une entaille de 1 centimètre de long. On retire le flacon de l'eau, on le sèche; puis, le tenant le col en bas, on tire le bouchon de caoutchouc et on y introduit la pompe de compression.

» On retire alors le stylet jusqu'à *n*, et le sang chasse tout l'air contenu dans le tuyau du trocart dans la direction de la communication *fgh*, qui se rétablit de cette manière. Lorsqu'on s'en est assuré en voyant couler le sang par l'ouverture du tuyau, il faut remettre le stylet, essuyer le sang du trocart, faire tenir le flacon par un aide, et, après avoir fixé la veine avec la main gauche, y enfoncer le trocart; puis on retire le stylet. On enlève alors la bande du bras; on fait maintenir le trocart par l'aide; prenant ensuite le flacon de la main gauche, on manie avec la droite la pompe de compression. Chaque pression sur la boule de la pompe fait venir environ 40 à 50 grammes d'air dans l'espace *l*; l'air est comprimé au dedans et presse sur le sang *m*. En maniant cette boule d'une façon suivie et en réglant l'écoulement du sang par l'introduction du stylet, qui peut être ici employé comme un robinet, on parviendra à faire couler le sang dans la veine d'une façon sûre et uniforme. L'opération dure trente à quarante minutes. Comme il est établi par l'expérience que le sang tiré et recueilli au dehors du sujet qui le fournit conserve toutes ses propriétés révivifiantes pendant deux à trois heures, il n'y a aucun inconvénient à redouter de la durée de l'opération.

» Cet appareil, que l'on peut se faire construire partout avec facilité, remplit toutes les conditions précédemment énumérées. Il est d'un transport commode, et l'opérateur n'a besoin que d'un aide, même inexpérimenté.

Cet instrument peut en outre servir avec utilité dans les infusions et les injections histologiques.

» J'ai employé, dans deux cas, la transfusion avec le succès le plus complet. Le premier est un cas d'éclampsie puerpérale, par suite d'urémie. Voici les détails de l'observation. Fille de vingt-trois ans; 33 accès, coma, insensibilité, pouls intermittent, la respiration cessant tout à fait par moments; depuis trente-six heures la malade ne peut prendre ni aliments ni médicaments, à cause du trismus; elle est abandonnée par les médecins. J'essaye la transfusion. Après une saignée préalable de 420 grammes, j'injecte 210 grammes du sang défibriné d'un jeune confrère. Immédiatement après l'opération, reprise de connaissance; les accès cessent, amélioration lente. Après trois semaines, la malade guérie quitte l'hôpital et se porte jusqu'à présent bien. (Ceci se passait dans la clinique obstétricale de Heidelberg, janvier 1868.)

» Le second cas s'est présenté cette année même (avril), à Carlsruhe. Une dame russe, la baronne V., à la suite d'un choc dans le chemin de fer, était accouchée prématurément, d'un enfant asphyxié par la constriction du cordon. Après avoir infusé 30 grammes du sang défibriné du placenta de la mère dans la veine ombilicale, je produisis une révivification subite et durable de l'enfant.

» Pour déterminer si l'on ne pouvait pas employer avec succès la transfusion dépléthorique dans la pyémie, la fièvre puerpérale et la diphthérie, j'ai expérimenté la tranfusion sur des animaux que j'avais mis préalablement dans un état maladif analogue, par l'infection putride artificielle, et j'ai obtenu, à l'aide de transfusions dépléthoriques répétées, des résultats favorables. J'ai fait ces expériences en 1868, dans le laboratoire physiologique du professeur Helmholtz, à Heidelberg. »

M. Rabache adresse une Note relative au système adopté pour fixer les poids spécifiques des équivalents chimiques des corps.

M. Mühry adresse de Gœttingue deux ouvrages imprimés en allemand et intitulés « Recherches sur la théorie et le système géographique général des vents » et « De la doctrine des courants océaniques ».

Ces ouvrages seront soumis à l'examen de M. Faye, pour en faire, s'il y a lieu, l'objet d'un Rapport verbal à l'Académie.

La séance est levée à 5 heures et demie. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 4 octobre 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844; publiée par les ordres de M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce, t. LXVII. Paris, 1869; in-4°, avec planches.

Campagne du navire l'Espoir, *de Honflenr*, 1503-1505. *Relation authentique du voyage du capitaine* DE GONNEVILLE *ès nouvelles terres des Indes, publiée intégralement pour la première fois avec une introduction et des éclaircissements; par* M. D'AVEZAC, *Membre de l'Institut*. Paris, 1869; in-8°.

Traité de l'alimentation dans ses rapports avec la physiologie, la pathologie et la thérapeutique; par M. J. CYR. Paris, 1869; in-8°.

La truffe. Études sur les truffes comestibles au point de vue botanique, entomologique, forestier et commercial; par M. H. BONNET. Paris, 1869; in-8°.

Industries anciennes et modernes de l'Empire Chinois, d'après les Notices traduites du chinois par M. Stanislas JULIEN, Membre de l'Institut, *et accompagnées de Notices industrielles et scientifiques; par* M. P. CHAMPION. Paris, 1869; in-8°.

Mémoire sur l'attraction de la matière, lu en partie à l'Académie des Sciences le 30 *août* 1869; *par* M. ZALIWSKI. Paris, 1869; in-4°.

Études spectroscospiques sur le sang; par M. R. BENOÎT. Paris et Montpellier, 1869; in-8°.

Compte rendu des travaux de la Société impériale de Médecine, Chirurgie et Pharmacie de Toulouse, depuis le 18 *mai* 1868 *jusqu'au* 8 *mai* 1869, 69e année, 1869. Toulouse, 1869; in-8°.

Observatoire météorologique de Montsouris, Bulletin du 1er *au* 30 *septembre* 1869; in-4°. (Présenté par M. Ch. Sainte-Claire Deville.)

Note sur les paratonnerres; par M. A. CALLAUD. Nantes, sans date; opuscule in-8°.

Compte rendu de l'ouverture de la chasse dans la plaine Saint-Denis; par M. A. DE LOURMEL. Paris, 1868; opuscule in-8°.

Report... *Rapport sur la météorologie de l'océan Atlantique septentrional; par* le cap. H. TOYNBÉE. Londres, 1869; in-8°.

The... *Journal de la Société royale géographique de Londres*, t. XXXVIII. Londres, 1868; in-8°.

Azione... *Action du permanganate de potasse sur l'asparagine; par* M. G. CAMPANI. Sienne 1869; br. in-8°.

Die... *La loi des interférences; par* M. J. KUDELKA. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Verhandlungen... *Mémoires de la Société d'Histoire naturelle et médicale d'Heidelberg*, t. V, 2e partie. Heidelberg, 1869; br. in-8°.

Untersuchungen... *Recherches sur la théorie et le système général géographique des vents; par* M. A. MUHRY. Gœttingue, 1869; in-8°.

Ueber... *Sur la connaissance des courants maritimes; recherches par* M. A. MUHRY. Gœttingue, 1869; in-8°.

Meteorologiska... *Observations météorologiques publiées par l'Académie royale des Sciences de Suède, sous la direction de* M. Er. EDLUND, t. VI à VIII, 1864 à 1866. Stockholm, 1864 à 1866; 3 vol. in-4° oblong.

Ofversigt... *Comptes rendus des séances de l'Académie royale des Sciences de Suède*, t. XXII à XXV, 1865 à 1868. Stockholm, 1866 à 1869, 4 vol. in-8°.

Kongliga... *Mémoires de l'Académie royale des Sciences de Suède*, t. V, 2e partie; t. VI, 1re et 2e parties; t. VII, 1re partie. Stockholm, 1864 à 1867; 4 vol. in-4°.

Kongliga... *Voyage autour du monde, de la frégate* l'Eugénie, *sous le commandement de l'amiral* C.-A. VIRGIN, *dans les années* 1851 *à* 1853, XIIe partie: *Zoologie*, 6e liv. Stockholm, 1868; in-4°.

On... *Sur l'existence des roches contenant des substances organiques dans le gneiss de la Suède; Communications faites par* MM. IGELSTRÖM, NORDENSKIÖLD *et* EKMAN *à l'Académie royale des Sciences de Suède*. Stockholm, 1867; br. in-8°.

Om... *Sur une espèce d'éponge vivant dans les mers du Nord; par* M. A.-S. LOVÉN. Stockholm. 1868; br. in-8°.

On... *Sur quelques fossiles trouvés dans le grès éophyte, à Lugnas, en Suède; par* M. O. LINNARSSON. Stockholm, 1869; br. in-8°.

Lefnadsteckningar... *Notices biographiques sur les Membres de l'Académie royale des Sciences de Suède, depuis l'année* 1854, t. I, 1re partie. Stockholm, 1869; in-8°.

Die... *Les espèces animales d'Aristote, appartenant aux classes des Mammi-*

fères, des Oiseaux, des Reptiles et des Insectes; par M. C. SUNDEVALL. Stockholm, 1863; in-8°.

Kongl... *Liste des Membres de l'Académie royale des Sciences de Suède, mai* 1869. Stockholm, 1869; opuscule in-8°.

Sketch... *Esquisse géologique du Spitzberg; par* M. A.-E. NORDENSKIÖLD. Stockholm, 1867; in-8°.

Conspectum Avium picinarum edidit C.-J. SUNDEVALL. Stockholmiæ, 1866; in-8°.

Hemiptera africana descripsit C. STAL, tomus I, II, III, IV. Holmiæ, 1864 à 1866; in-8°.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE SEPTEMBRE 1869.

Annales de Chimie et de Physique; août, septembre et octobre 1869; in-8°.

Annales de l'Agriculture française; 15 et 30 juillet, 15 et 30 août 1869; in-8°.

Annales de la Propagation de la foi; septembre 1869; in-8°.

Annales de l'Observatoire Météorologique de Bruxelles; n° 8, 1869; in-4°.

Annales du Génie civil; août 1869; in-8°.

Annales industrielles, n°s 18 et 19, 1869; in-4°.

Annales médico-psychologiques; septembre 1869; in-8°.

Atti dell' imp. reg. Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti. Venise, t. XIV, 9e cahier, 1869; in-4°.

Bibliothèque universelle et Revue suisse; n° 141, 1869; in-8°.

Bulletin de l'Académie impériale de Médecine; n^os^ des 31 août et 15 septembre 1869; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique, n°s 6 et 7, 1869; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique; n° 8, 1869; in-8°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale; août 1869; in-4°.

Bulletin de la Société française de Photographie; septembre 1869; in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse; septembre 1869; in-8°.

Bulletin de Statistique municipale, publié par les ordres de M. le Baron HAUSSMANN ; mars à mai 1869; in-4°.

Bulletin général de Thérapeutique; 15 et 30 septembre 1869; in-8°.

Bulletin hebdomadaire du Journal de l'Agriculture; n°s 36 à 40, 1869; in-8°.

Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche et fisiche; mars 1869; in-4°.

Bullettino meteorologico dell' Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto; n° 7, 1869; in-4°.

Catalogue des Brevets d'invention; n°s 1 à 3, 1869; in-8°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences; n°s 10 à 13, 2e semestre 1869; in-4°.

Cosmos; n^os des 4, 11, 18, 25 septembre 1869; in-8°.

Correspondance slave; n^os des 1, 4, 9, 11, 15, 18, 22, 25, 29 septembre 1869; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; n°s 102 à 116, 1869; in-4°.

Gazette médicale de Paris; n°s 36 à 40, 1869; in-4°.

Il Nuovo Cimento... *Journal de Physique, de Chimie et d'Histoire naturelle;* août 1869; in-8°.

Journal d'Agriculture pratique; n°s 35 à 39, 1869; in-8°.

Journal de Chimie médicale, de Pharmacie et de Toxicologie; septembre 1869; in-8°.

Journal de l'Agriculture; n°s 76 et 77, 1869; in-8°.

Journal de l'Éclairage au Gaz; n°s 11 à 13, 1869; in-4°.

Journal de Médecine de l'Ouest; 31 août 1869; in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; septembre 1869; in-8°.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; n°s 25 à 27, 1869; in-8°.

Journal des Fabricants de Sucre; n°s 21 à 25, 1869; in-fol.

L'Abeille médicale; n°s 36 à 40, 1869; in-4°.

L'Aéronaute; septembre 1869; in-8°.

L'Art dentaire; septembre 1869; in-8°.

L'Art médical; septembre 1869; in-8°.

La Santé publique; n°s 33 à 37, 1869; in-4°.

Le Gaz; n°s 7 et 8, 1869; in-4°.

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

COMPTE RENDU
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 OCTOBRE 1869.

PRÉSIDENCE DE M. CHEVREUL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

« M. **Mathieu** présente à l'Académie, de la part du Bureau des Longitudes, la *Connaissance des temps pour l'année* 1871, qui vient de paraître. »

MÉCANIQUE. — *Sur les principes de la Science des forces;* par **M. J.-M.-C. Duhamel.**

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie la suite de l'ouvrage que j'ai entrepris sur les méthodes que l'on doit suivre dans la formation des *Sciences de raisonnement*. J'ai déjà publié les deux premières Parties de cet ouvrage, celles qui concernent la *Science des nombres* et la *Science de l'étendue;* celle-ci a pour objet la *Science des forces*.

» Avant de considérer aucune science en particulier, j'ai étudié les méthodes qui devaient diriger l'esprit dans la recherche ou la démonstration de la vérité, indépendamment des objets et des questions auxquels on avait à les appliquer. J'ai indiqué ensuite la méthode à suivre pour la formation d'une science de raisonnement, c'est-à-dire d'une science dans laquelle tous les rapports entre les choses qu'on y considère, sont des conséquences nécessaires de vérités et de données premières, admises avec le sentiment de l'évidence.

» L'ordre dans lequel ces sciences doivent être présentées, est indiqué par

la nature même de ces données, et par leur degré de complication. Elles sont en très-petit nombre pour les deux premières que nous avons étudiées. Elles dépendent bien jusqu'à un certain point de l'observation des objets naturels, mais nullement de la matière qui les compose, et qui varie de l'un à l'autre; elles ne se rapportent qu'à la distinction et à l'étendue de ces objets. On y fait abstraction de la matière même, et l'on vit dans le monde idéal de la grandeur, de la figure et du nombre, dont le sentiment pourrait rester en nous, lors même que le monde matériel qui nous l'a donné se trouverait anéanti.

» 1. Mais les données premières d'où résultent toutes les lois de ce monde idéal, seraient insuffisantes pour déterminer celles du monde matériel au milieu duquel nous vivons. Les sciences qui en dépendent seront fondées sur des principes qui ne pourront être obtenus que par l'observation de la natnre, puisque ce monde n'a rien de nécessaire, et aurait pu être créé tout autre qu'il n'est réellement.

» Pour arriver plus promptement et avec plus de précision à la connaissance des vérités premières, d'où l'on pourra déduire toutes les autres, il ne faudra pas toujours attendre que la nature nous les offre; il faudra provoquer ses réponses en créant les circonstances les plus propres à les rendre significatives, c'est-à-dire joindre à l'*observation* immédiate ce que l'on appelle des *expériences*. Et il en faudra beaucoup pour se croire le droit de proclamer une vérité générale. On ne sera même jamais certain qu'un rapport que l'on aura vérifié dans un nombre immense de cas semblables, aura lieu dans un nouveau cas du même genre; mais on sera invinciblement porté à le croire, tant par la puissance même de l'analogie, que par le besoin de connaître et de croire, si naturel à l'homme, et dont il abuse même si souvent.

» Ces données fondamentales auront donc quelque chose d'incertain, et il sera à propos d'en vérifier, autant qu'on le pourra, les conséquences éloignées. Mais, lorsqu'on aura toujours trouvé ces conséquences conformes à la réalité directement observée, la science approchera beaucoup de la perfection de la Géométrie et de la Science des nombres, et l'on pourra, sans inquiétude, croire à l'exactitude des propositions qu'elle produira. L'homme ne peut pas aller plus loin; mais cela lui suffit dans la pratique, et son esprit doit être satisfait, puisqu'il a la conscience d'avoir fait tout ce que comporte sa nature.

» 2. Dans cette étude du monde réel il convient de s'occuper d'abord des propriétés les plus simples et les plus générales de la matière. Il en est une

qui est commune à tous les corps, et indépendante de la nature particulière de la matière qui la compose : c'est la mobilité. Elle joue un rôle dans la plupart des phénomènes, et par conséquent les lois générales auxquelles elle donne lieu, demandent à être étudiées avant celles des phénomènes qui dépendent des diverses espèces de matière.

» Ici s'introduisent des notions que ne comportent pas les considérations relatives au nombre et à l'étendue; celles de *temps*, de *mouvement* et de *causalité*.

» Ces notions ont donné lieu à bien des discussions entre les philosophes, ou les sophistes.

» La succession de nos sensations et des événements qui les ont produites, est incontestable pour tous les hommes. Mais entre ce sentiment et la pensée qu'il y a un être dans lequel se fasse cette succession, il y a un abîme. Le temps n'a pas plus d'existence réelle que l'espace; il est peut-être même encore moins saisissable. Ces deux prétendus êtres sont des créations fantastiques de l'imagination de l'homme, qui veut toujours aller au delà de ce qu'il peut saisir et comprendre. Mais comme la succession des événements joue un grand rôle dans la nature et dans la vie des hommes, il est de la plus grande importance d'y introduire de l'ordre et de la précision; et c'est ce que l'on a fait d'abord en rapportant les divers événements à des événements successifs bien saillants, comme par exemple les retours du soleil au-dessus de l'horizon. Ce classement des événements au moyen des jours étant bientôt devenu insuffisant, il a fallu les rapporter à des intermédiaires, et l'on a appelé cela *diviser le temps en intervalles* : langage figuré qui a fini par faire croire que le temps était une grandeur, divisible comme les quantités géométriques, et sur laquelle se placent toutes les époques, comme les points de division sur une ligne.

» Tout en protestant d'avance contre l'admission d'un être appelé *temps*, nous emploierons le langage ordinaire; nous classerons les événements successifs par ce que nous nommerons des *intervalles*, que nous exprimerons par des nombres, après en avoir défini avec précision l'égalité; ce qui ne sera possible qu'après l'introduction d'une autre notion générale, celle du mouvement.

» 3. Lorsque la distance de deux points varie d'une manière continue, on dit qu'ils sont en mouvement l'un par rapport à l'autre; et lorsque les distances d'un point aux différents points d'un système rigide varient, on dit que ce point est en *mouvement relativement à ce système*. Il est en *repos relatif* lorsque ces distances restent constantes.

» Le mouvement et le repos ainsi conçus sont essentiellement relatifs : mais peut-on attacher un sens au repos ou au mouvement *absolu?*

» Ceux qui en parlent supposent un espace sans bornes, dont tous les points ont une réalité, en quelque sorte *personnelle*, et auxquels ils attribuent, sans s'apercevoir du cercle vicieux, une immobilité absolue. Ils disent alors qu'un point est en *repos absolu*, quand ses distances aux divers points de cet espace ne changent pas; et en *mouvement absolu*, quand elles varient. Mais que serait-ce que l'immobilité absolue des points de l'espace, même en leur accordant cette sorte de personnalité, dont nous avons précédemment établi le néant? Il serait tout aussi impossible de la définir pour ces points imaginaires que pour des points réels; et l'immobilité absolue ne peut se définir, qu'en la supposant déjà quelque part; c'est-à-dire qu'en faisant un cercle vicieux.

» On dira peut-être que c'est là une conception qui ne peut être ramenée à aucune autre et qui est évidente par elle-même. Nous répondrons que les choses premières que l'on admet ainsi, doivent être clairement apparentes, évidentes par elles-mêmes. Or il en est tout autrement ici, puisque les hommes n'aperçoivent que des repos ou des mouvements relatifs, et ne pourraient arriver que par extension à rêver un repos ou un mouvement absolu : et si l'on voulait expliquer seulement ce qu'on entend par là, on tomberait inévitablement dans le cercle vicieux que nous venons de signaler. Abandonnons donc cette fausse notion, dont l'inutilité est d'ailleurs évidente; car tous les principes que l'on établirait en l'admettant ne pourraient jamais être fondés que sur des observations et des expériences relatives. Et à quoi bon partir du relatif pour établir par induction un absolu imaginaire, d'où l'on tirera des principes applicables au relatif, qui est seul réel! Ne vaut-il pas mieux, après avoir établi les principes sur le relatif, les appliquer directement au réel, sans remonter à un absolu fantastique, pour l'abandonner immédiatement?

» 4. Le système des étoiles est le plus considérable et le moins variable qu'il soit donné à l'homme de connaître; c'est à ce système, que l'on peut sans inconvénient considérer comme immuable, qu'il est convenable de rapporter les grands mouvements, comme ceux de la terre et des autres planètes. Mais pour tout ce qui a pour objet le travail des hommes, ou l'exécution d'expériences ayant un but quelconque, particulier ou général, c'est au système des objets liés invariablement au globe terrestre qu'on rapporte les mouvements, sauf à tenir compte ensuite, s'il le faut, du mouvement de la terre elle-même par rapport aux étoiles.

» Cela posé, nous dirons que « deux intervalles de temps sont égaux lors-
» que deux corps identiques placés dans des circonstances identiques au com-
» mencement de chacun de ces intervalles, et soumis aux mêmes actions
» et influences de toute espèce, auront parcouru à la fin de ces intervalles
» des espaces identiques, relativement au système immuable. »

» Ainsi, si l'on admettait que la terre se trouve constamment dans des conditions identiques, ses retours dans la même position par rapport aux étoiles se feraient à des intervalles de temps égaux. Un pendule écarté d'un angle donné de la verticale, et abandonné à des époques différentes à des actions identiques, reviendrait à la verticale dans des temps égaux, etc.

» L'égalité de deux intervalles quelconques étant définie généralement, on en choisira un pour terme de comparaison; et les temps pourront s'exprimer en nombre, comme si c'étaient de véritables quantités.

» 5. Dans cet ouvrage, comme dans notre *Traité de Mécanique*, nous avons établi deux grandes divisions dans la science des forces : la première traite des lois de leur équilibre; la seconde, des lois des mouvements qu'elles produisent.

» Les données nécessaires pour la première sont moins multipliées que pour la seconde, et nous les avons établies avec beaucoup de détail, en cherchant avec soin à nous défendre de cette tendance trop naturelle à admettre comme devant être d'une certaine manière, les choses qui ne nous offrent pas de raisons d'être autrement; ou encore à étendre des conceptions purement géométriques, à des questions qui renferment quelque élément du système du monde.

» Les données nécessaires pour l'étude des lois du mouvement, exigent un plus grand nombre d'expériences. Nous avons traité ce point important avec tout le soin qu'il demandait, et nous n'avons pas dissimulé que ces lois premières, étant déduites d'expériences toujours imparfaites et en nombre limité, avaient besoin d'être confirmées par l'accord de leurs conséquences directes avec les faits observés.

» Cette plus grande complication des données serait déjà une raison suffisante pour faire précéder la théorie du mouvement de celle de l'équilibre; mais il y en a une autre très-importante qui résulte de ce que, par un théorème général dû à d'Alembert, on peut ramener la détermination des équations du mouvement d'un système quelconque de points, à celle de son équilibre. Par ce moyen, le problème du mouvement de tout système sera ramené à une question de pur calcul, lorsque les forces aux-

quelles il sera soumis seront données et qu'on saura trouver les équations générales de son équilibre.

» Mais quand les forces ne sont pas connues, quelle marche suivre pour les découvrir?

» Le premier et aussi le plus grand problème de ce genre qui s'est présenté est celui du mouvement des corps célestes. La méthode enseignée et suivie par Newton pour le résoudre, a consisté à chercher la direction et l'intensité des forces qui les produisent, d'après les phénomènes observés. Ces forces étant connues, la science générale en déduira l'explication ou la découverte de tous les autres phénomènes.

» Cette méthode, si différente de celles qui l'ont précédée, a servi de modèle à tous ceux qui ont cherché à soumettre de nouvelles classes de phénomènes au calcul. La première difficulté qui se présente est de choisir les phénomènes bien constants qui sont propres à la détermination des forces; et Newton a eu le bonheur d'avoir à sa disposition des lois générales sur les mouvements des planètes et de leurs satellites, déduites par Kepler des résultats fournis par l'observation. Mais, pour en faire usage, il a fallu qu'il créât des théories nouvelles dans la science générale des forces. Pour les appliquer aux corps célestes, il lui a suffi d'admettre que la matière qui les compose obéit à l'action des forces, suivant les mêmes lois que celle qui compose les corps à la surface de la terre; et il est ainsi parvenu à la détermination des forces qui produisent les mouvements observés, et dont l'ensemble constitue ce que l'on appelle la *gravitation universelle*.

» Ces forces étant connues, tous les phénomènes en sont des conséquences nécessaires, et, par cette découverte, l'Astronomie, qui n'était avant Newton qu'une science d'observation, est devenue une *science de raisonnement*.

» 6. Cette méthode, qui, considérée à un point de vue général, consiste à remonter des phénomènes aux causes, puis à déduire de ces causes toutes les lois de ces phénomènes, a été adoptée avec empressement et suivie avec succès par les géomètres français. Malheureusement les phénomènes ne conduisent pas toujours avec la même rigueur à la découverte de la cause élémentaire, qui est la donnée indispensable pour le calcul des actions finies. On est alors obligé d'avoir recours à une nouvelle méthode, celle des *hypothèses*. Elle est toujours fondée sur des observations et des expériences, mais des expériences insuffisantes pour faire connaître complétement les causes; et l'on ne peut suppléer à ce défaut de données qu'en admettant comme réel un état de choses qui n'est peut-être que spécieux.

Ces hypothèses ne se font pas au hasard, il faut qu'elles s'accordent avec tous les faits connus, et il est probable alors qu'elles s'accorderont avec beaucoup d'autres que l'on ne connaît pas; et comme la classe de phénomènes pour laquelle elles sont faites devient ainsi une science de raisonnement, toutes les lois peuvent en être déduites, et l'on pourra vérifier si elles sont confirmées par l'expérience. Si cet accord se maintient constamment, la légitimité des hypothèses acquerra une probabilité de plus en plus grande; et la théorie que l'on aura formée, et qui a déjà l'avantage de lier entre eux tous les faits connus, pourra être employée avec confiance à la prévision de faits nouveaux. Mais si, comme cela est arrivé quelquefois, les faits prévus ne sont pas vérifiés par l'expérience, on est obligé de changer les hypothèses, et d'en trouver, si l'on peut, de nouvelles qui s'accordent avec l'ensemble de tous les phénomènes connus.

» Nous donnerons des applications importantes de cette méthode, mais nous les réservons pour un supplément à cet ouvrage qui ne traite que des principes les plus généraux de la science des forces. »

NAVIGATION. — *Sur le log à boussole, à propos du naufrage du* Glenorchy; *par* **M. Faye.**

« En décembre dernier, un navire en fer est sorti de la Clyde avec un chargement de fer pour l'Irlande. Trompé par de fausses indications de la boussole, il a fait naufrage sur le Kish-bank dont on se croyait bien loin. D'après M. Archibald Smith, qui a étudié les circonstances de ce désastre, la boussole du bord indiquait le sud au lieu du nord. On avait bien installé à bord un appareil de correction pour le compas, mais l'erreur causée par le magnétisme du navire n'a pas suivi la marche sur laquelle on avait compté.

» Je prie l'Académie de me permettre de rappeler à cette occasion le log à boussole que j'ai proposé, il y a quatre ans (1), pour débarrasser les navires en fer de cette cause d'erreur qui a déjà occasionné tant de sinistres. Mon appareil est d'une simplicité extrême et ressemble tout à fait au bateau de log dont les marins se servent continuellement. L'un donne la direction, l'autre la vitesse; ils pourraient même être réunis en un seul et même appareil en remplaçant le bateau du log par une sorte de bouée lestée et munie d'un gouvernail fixe. Quant à la manœuvre de mon appareil, elle est encore plus

(1) *Comptes rendus*, t. LXI, p. 269, séance du 14 août 1865.

simple. On met le bateau de la boussole à la mer à chaque changement de direction, et lorsqu'il se trouve à une distance suffisante pour annuler l'influence du navire, un ressort fixe l'aiguille de la boussole au moyen d'un coup sec imprimé à la corde du bateau. On ramène le bateau à bord et on lit immédiatement la direction de la route du navire par rapport au vrai méridien magnétique. Si le capitaine du *Glenorchy* avait eu ce petit appareil si simple, il n'aurait pas fait naufrage.

» Il est bon que l'aiguille soit fixée au moment où l'on met le log à boussole à la mer, et qu'elle soit rendue libre plus tard. Dans ce cas il y aurait deux mouvements à exécuter. Un simple verrou pressant et rendant libre alternativement le bouton du ressort, à chaque secousse, serait probablement la solution la plus simple. On pourrait le remplacer par une double cheville dont les deux parties seraient réunies par une cordelette. Enfin l'appareil le plus parfait et le plus commode exigerait l'emploi d'une suspension à la Cardan pour la boussole et un petit tournebroche intérieur, facile à remonter, dont le jeu rendrait l'aiguille libre et la fixerait à des intervalles indiqués à bord par le simple jeu du sablier ordinaire. Je regrette que cette idée si simple n'ait pas attiré l'attention des navigateurs. Il me semble que son emploi, aidé des perfectionnements ou des simplifications que la pratique ne manquerait pas d'indiquer, rendrait la navigation plus sûre et éviterait des désastres. Les procédés actuels sont, ou trop savants et trop compliqués pour la marine de commerce, ou d'une efficacité trop souvent démentie par l'événement. »

PHYSIQUE. — *Mémoire sur la détente des gaz; par* **M. V. Regnault** (1).

« Je réunis dans ce Mémoire les nombreuses expériences que j'ai faites, dans une période de vingt ans, pour déterminer les pertes de chaleur qu'un gaz subit lorsqu'il se détend dans les conditions si diverses où ce phénomène se réalise dans la nature et dans les expériences de nos laboratoires. J'indiquerai brièvement l'idée qui m'a fait entreprendre ces recherches : le lecteur comprendra plus facilement ainsi les phases successives par lesquelles elles ont passé.

» Lorsque je commençais, en 1842, mes expériences pour déterminer la capacité calorifique des gaz, je croyais avoir trouvé une méthode sûre et

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier au *Compte rendu*.

facile pour déterminer, avec le même appareil, et sans pétition de principes :

» 1° La chaleur spécifique d'un gaz sous pression constante et à volume variable;

» 2° Sa chaleur spécifique sous volume constant, la pression variant de manière à laisser le volume constant.

» J'ai décrit, dans les *Mémoires de l'Académie*, t. XXXI, p. 58, les expériences que j'ai faites pour déterminer la chaleur spécifique d'un grand nombre de gaz et de vapeurs sous pression constante, mais avec variation de volume ; je n'ai pas besoin d'y revenir. Je dirai seulement que, dans ces expériences, le gaz chaud traversait un calorimètre avec une vitesse constante et en conservant sensiblement la même pression. La chaleur qu'il abandonnait au calorimètre servait à calculer la capacité calorifique du gaz, entre les limites de température que le gaz avait atteintes. Dans cette manière d'opérer, il n'y a qu'une seule correction, extrêmement petite, à apporter; elle provient de ce que le gaz chaud arrive au calorimètre avec une vitesse moléculaire notablement plus grande que celle avec laquelle il en sort.

» Pour obtenir avec le même appareil la chaleur spécifique sous volume constant, je faisais arriver le gaz chaud dans le calorimètre avec un excès de pression tel que, le gaz se détendant ensuite dans ce calorimètre jusqu'à la pression barométrique ambiante, son volume restât constant malgré la variation de température.

» Avec les idées que j'avais alors sur la mécanique des gaz, et qui étaient d'ailleurs admises généralement par les physiciens, je croyais avoir réalisé ainsi les conditions dans lesquelles on peut obtenir directement la chaleur spécifique d'un gaz sous volume constant.

» Je me proposais de faire ces nouvelles expériences, lorsque celles qui donnaient les chaleurs spécifiques sous pression constante seraient terminées. Mais ces dernières m'occupèrent pendant plusieurs années et je me décidai, le 17 juillet 1848, à déposer, à l'Académie des Sciences, un paquet cacheté qui contient la description complète de ma méthode pour déterminer successivement, avec le même appareil, la chaleur spécifique d'un gaz sous pression constante et celle de ce gaz sous volume constant. (*Comptes rendus*, t. XXVII, p. 77.)

» Quoi qu'il en soit, la première expérience que je fis ainsi, le 22 octobre 1849, me donna un résultat bien différent de celui que j'attendais :

je trouvais *pour le gaz subissant la détente dans le calorimètre la même capacité calorifique que celle qu'il me donnait lorsqu'il traversait le calorimètre sans y subir de détente*.

» Pour rendre ce fait plus saillant, j'augmentais beaucoup la pression sous laquelle le gaz chaud arrive à l'orifice capillaire. Je reconnus alors que la chaleur, abandonnée par le gaz chaud lorsqu'il subit une forte détente dans le calorimètre, est même un peu plus grande que celle qui est donnée par le même gaz quand il traverse ce calorimètre en conservant sa force élastique.

» Ainsi, *dans les conditions où mes expériences étaient faites*, la chaleur spécifique du gaz sous volume constant est sensiblement égale à la chaleur spécifique de ce gaz sous pression constante. J'ai annoncé ce fait à l'Académie dans sa séance du 18 avril 1853. (Voyez *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. XXXVI, p. 680.)

» Je devais conclure également de mes expériences, que, *si l'air comprimé arrive dans le calorimètre en équilibre de température avec lui, la détente doit se faire dans le calorimètre sans lui faire subir un changement sensible de température*.

» C'est, en effet, ce que je prouvais par un grand nombre d'expériences.

» En résumé, mes recherches me démontraient que, *lorsqu'un gaz se détend dans les conditions de mes expériences*, c'est-à-dire *lorsqu'il sort de l'appareil calorimétrique avec la totalité du mouvement que la détente lui a donnée, le phénomene calorifique est bien différent de celui qui a lieu pour le même gaz, lorsqu'il est contenu, à l'état de repos, dans un cylindre indéfini, et que l'on fait varier son volume en déplaçant un piston*.

» Aujourd'hui la Théorie mécanique de la Chaleur explique parfaitement ces différences; elle montre qu'il ne suffit pas de considérer les densités initiale et finale du gaz, mais qu'il faut tenir compte des changements survenus dans le mouvement de translation du gaz, et même dans ses mouvements moléculaires.

» Il est facile de définir, *théoriquement*, un certain nombre de conditions dans lesquelles un gaz peut subir le même changement de densité et éprouver des variations différentes de température. Mais il est beaucoup plus difficile, souvent même il est impossible, de réaliser ces conditions par l'expérience, *en conservant la simplicité de l'énoncé théorique*. Le plus souvent on fait naître des phénomènes secondaires, qu'on ne peut pas encore définir nettement aujourd'hui, et dont il est encore plus difficile de mesurer ou de calculer les effets.

» Je distinguerai, dans ce Mémoire, deux espèces de détente, parce que j'ai dû employer, pour chacune d'elles, une méthode spéciale :

» 1° La détente simple, que j'appellerai *détente statique:* c'est celle que subit un gaz *en repos* quand, *à l'aide d'un travail extérieur*, on agrandit l'espace qu'il occupe, le gaz reprenant l'*état de repos* après la détente. La *même masse* de gaz est donc à l'état de repos dans le réservoir calorimétrique au commencement et à la fin de l'expérience.

» 2° La détente que j'appellerai *dynamique:* c'est lorsqu'un gaz, en repos ou en mouvement, se détend en traversant un orifice, et qu'il échappe ensuite aux appareils calorimétriques avec toute la vitesse acquise. La masse de gaz contenue dans le réservoir calorimétrique *n'est pas constante* pendant l'expérience; une portion arrive ou échappe avec une vitesse variable, déterminée par l'excès variable de pression.

» Je commencerai par la détente dynamique, bien qu'elle soit la plus complexe; mais c'est celle que j'ai étudiée d'abord, comme se présentant fréquemment dans toutes mes recherches sur les gaz. Les nombreuses expériences qui s'y rapportent doivent être divisées en deux parties :

» La première partie comprend celles dans lesquelles un gaz comprimé et en mouvement arrive dans le calorimètre et en sort avec son mouvement primitif modifié par l'effet de la détente. Le calorimètre contient donc, au commencement et à la fin de l'expérience, une même quantité, très-petite, de gaz; sa température est modifiée *uniquement* par les effets calorifiques que subit le gaz qui le traverse.

» La seconde partie se rapporte aux expériences où la quantité totale du gaz est contenue dans un réservoir calorimétrique, soit au commencement, soit à la fin de l'expérience. Je distinguerai ici deux cas :

» *Premier cas.* — Le gaz comprimé est à l'état de repos dans le réservoir calorimétrique. On le laisse sortir en ouvrant un orifice plus ou moins capillaire; il s'échappe dans l'atmosphère avec la vitesse variable produite par sa détente successive.

» *Second cas.* — Le réservoir calorimétrique contient le gaz en repos sous la pression de l'atmosphère extérieure. Le gaz comprimé dans un grand réservoir s'échappe par un orifice capillaire et se rend, à une température connue, dans le réservoir calorimétrique, dont il comprime successivement le gaz jusqu'à ce que la force élastique soit devenue la même dans les deux réservoirs.

DÉTENTE DYNAMIQUE. PREMIÈRE PARTIE.

I. — *Chaleur absorbée par l'expansion d'un gaz comprimé lorsqu'il traverse un petit orifice en mince paroi.* (Expériences de 1850 à 1854.)

» Le gaz est comprimé dans un grand réservoir; il traverse un long serpentin qui le maintient à une température constante jusqu'à l'orifice capillaire à travers lequel il se détend, pour se mettre en équilibre de force élastique avec l'atmosphère extérieure. Le changement de température qu'il subit ainsi est déterminé par la méthode calorimétrique. J'ai distingué deux cas :

» *Premier cas.* — Le gaz comprimé arrive à l'orifice capillaire avec une température très-peu différente de celle du calorimètre. Dans ce cas :

» L'air atmosphérique subit un abaissement de température qui s'élève à 0°,3176 pour une diminution de force élastique de 1 mètre de mercure;

» Pour l'hydrogène, la variation de température est insensible;

» Enfin, pour le gaz acide carbonique, l'abaissement de température est plus considérable que pour l'air atmosphérique, car il s'élève à 1°,640 pour une diminution de force élastique de 1 mètre de mercure.

» Ces effets sont dus à plusieurs causes agissant simultanément :

» 1° Les gaz qui s'écartent de la loi de Mariotte dans le sens reconnu pour l'air et l'acide carbonique subissent un *excès de détente* qui donne lieu à un abaissement de température proportionnel à cet excès : l'hydrogène s'écartant de cette loi dans le sens opposé dégage probablement alors une petite quantité de chaleur.

» 2° Les molécules gazeuses sont en repos dans le grand réservoir; au passage de l'orifice capillaire, non-seulement elles se détendent et repoussent l'atmosphère extérieure en consommant le travail dépensé par le gaz tranquille du réservoir, mais elles prennent successivement une grande vitesse de translation, par suite une force vive qui est produite par leur propre chaleur et qui détermine un abaissement de température souvent plus grand que celui qui est dû à la première cause.

» 3° A mesure que le gaz se détend dans le calorimètre, la vitesse de translation des molécules diminue, et il y a un dégagement de chaleur qui compense, en partie, le refroidissement dû à la seconde cause; mais il ne peut pas y avoir compensation exacte, parce que le gaz sort toujours du calorimètre avec une grande vitesse.

» Pour l'air atmosphérique et surtout pour l'acide carbonique, la résultante est un refroidissement notable.

» Pour l'hydrogène, les trois causes agissent en sens contraire et se neutralisent, surtout à cause du poids atomique très-faible de ce gaz.

» *Second cas.* — Le gaz comprimé arrive à l'orifice avec une température beaucoup plus élevée que celle du calorimètre, de sorte qu'il y a non-seulement détente du gaz, mais encore refroidissement de ce gaz.

» Ce second cas est plus complexe que le premier, parce qu'il comprend les effets calorifiques produits par les changements de vitesse moléculaire, les modifications qui surviennent dans la constitution du gaz par le changement de pression, et de plus celles qui proviennent du changement de température. J'ai été amené à considérer une *capacité calorifique spéciale* qui comprend l'ensemble de ces effets :

» Pour l'air cette capacité calorifique avec détente est sensiblement plus grande que la capacité calorifique de l'air sous pression constante;

» Pour l'hydrogène, elle est la même;

» Enfin, pour le gaz acide carbonique, elle est notablement plus petite que la capacité calorifique sous pression constante dans les hautes températures, et beaucoup plus grande dans les températures très-basses.

II. — *Expériences pour déterminer la chaleur que l'air atmosphérique absorbe quand il se détend depuis une haute pression jusqu'à la pression de l'atmosphère, non pas subitement comme dans le chapitre précédent, mais successivement.* (Expériences de 1853.)

» Dans les expériences qui précèdent, l'air comprimé dans le réservoir se détend complétement au sortir d'un seul orifice situé à l'intérieur du calorimètre; le gaz détendu circule ensuite dans les boîtes superposées du calorimètre et se met en équilibre de température avec l'eau de ce calorimètre avant de se dégager dans l'atmosphère. J'ai cherché, dans les expériences que je vais décrire, à faire la détente en plusieurs périodes dans l'intérieur du calorimètre, afin de reconnaître si cette circonstance exerce une influence.

» Le calorimètre spécial que j'ai employé pour ces expériences, et que je nommerai *calorimètre à détentes successives*, se compose d'une série de tubes A, B, C, D,... en laiton, de 8 millimètres de diamètre intérieur, reliés les uns aux autres par des tubulures. Ces tubes, au nombre de douze, sont verticaux et forment une couronne circulaire à l'intérieur du vase calorimétrique.

» Le réservoir contenant le gaz comprimé communique avec un long serpentin disposé dans une cuve pleine d'eau. L'extrémité de ce serpentin s'en-

gage à frottement dans la tubulure du premier tube A; la jonction est rendue hermétique par un scellement au mastic.

» Lorsqu'on ouvre le robinet du grand réservoir, le gaz circule dans le serpentin de la cuve en conservant à peu près la même pression que dans le réservoir, mais en prenant la température de l'eau de la cuve. Cette pression se transmet de même dans le premier tube A du calorimètre; la détente ne commence qu'au sortir de l'orifice capillaire du premier tube A. Une seconde détente se fait au passage du gaz par le second orifice capillaire, de sorte que la force élastique du gaz est moindre dans le tube C que dans le tube B. Au sortir de chacun des tubes verticaux, il y a donc une détente jusqu'à ce que le gaz arrive au douzième et dernier tube, où il se met sensiblement en équilibre avec la pression de l'atmosphère.

» Les ouvertures capillaires, que le gaz traverse ainsi successivement, ont des diamètres de plus en plus grands à mesure qu'ils s'éloignent de l'orifice, afin que la valeur relative de la détente soit à peu près la même pour chaque orifice, malgré la variation successive que la pression éprouve dans chaque tube vertical.

» L'expérience se fait d'ailleurs exactement de la même manière que lorsqu'on employait le calorimètre à boîtes superposées, avec détente unique.

» Les expériences faites à l'aide du calorimètre à détentes successives ont donné les valeurs suivantes de y_1, c'est-à-dire de l'abaissement de température subi par le gaz pour une diminution de pression de 1 mètre de mercure.

Excès de pression moyen.	Poids de l'air écoulé par minute.	f_1	y_1
4780 mm	34,5 gr	1,000 m	0,3590 °
6080	44,0	»	0,3290
7421	50,3	»	0,3580
6607	8,9	»	0,3781
6314	13,60	»	0,3621
5763	37,2	»	0,3426
		Moyenne de y_1 =	− 0,3548

» Les trois dernières expériences ont été faites à peu près sous la même pression, mais avec des vitesses d'écoulement très-différentes. Elles montrent que la valeur de y_1 est d'autant plus grande que la vitesse du gaz détendu est plus faible à la sortie du calorimètre; j'en donne la raison dans mon Mémoire.

» Pour que les résultats fussent rigoureusement comparables d'une expérience à l'autre, il faudrait que la vitesse du gaz à la sortie du calorimètre fût toujours la même. Il serait surtout intéressant de disposer les appareils et de conduire les expériences de façon que les vitesses de transport des molécules du gaz détendu fussent les mêmes à la sortie du calorimètre que celles qui les animent quand elles arrivent avec la pression initiale dans le premier tube du calorimètre. Il suffirait, pour cela, que les sections fussent toujours en raison inverse des densités du gaz; mais je n'ai pas cherché à réaliser cette condition dans les expériences que je viens de décrire.

» Il y aurait également un grand intérêt à connaître la valeur de y, quand le gaz sort du calorimètre avec une vitesse infiniment petite : ce serait *la limite de y*. Il est évident qu'on n'y parviendra pas par la méthode calorimétrique seule, car on ne pourra pas réaliser les conditions du gaz prenant finalement l'état de repos, et restant constamment en équilibre de température avec le calorimètre. On ne pourrait l'obtenir qu'en déterminant très-exactement la température du gaz à la sortie du calorimètre et la vitesse du courant à l'endroit où est placé le réservoir du thermomètre qui donne cette température. On trouve dans mon Mémoire beaucoup d'expériences dans lesquelles j'ai cherché à déterminer la température du gaz à sa sortie; mais cette détermination présente toujours des incertitudes.

III. — *Effets calorifiques produits par l'air qui se détend en traversant des tubes capillaires plus ou moins longs.* (Expériences de 1854.)

» Dans ma première manière d'opérer l'air se détend subitement au sortir d'un seul orifice capillaire, percé en mince paroi. Dans la seconde, la détente se faisait, successivement, au passage de douze orifices en mince paroi, placés à distance égale l'un de l'autre. Dans la troisième méthode, que je vais décrire maintenant, j'ai voulu que la détente se fît d'une manière absolument continue, l'air traversant un tube capillaire de grande longueur. L'air arrivait à l'entrée de ce tube avec une pression très-peu différente de celle qu'il avait dans le grand réservoir, et au sortir de ce tube il rencontrait une pression très-peu différente de celle de l'atmosphère. Je voulais surtout reconnaître ainsi si le frottement de l'air sur une très-longue étendue de parois modifiait sensiblement les effets calorifiques produits par la simple détente du gaz.

» Le grand réservoir dans lequel l'air est comprimé communique her-

métiquement avec l'extrémité d'un long serpentin en cuivre placé dans une cuve remplie d'eau à la température ambiante. L'autre extrémité de ce serpentin est soudée hermétiquement à l'origine du serpentin contenu dans le calorimètre.

» Le serpentin du calorimètre se compose de deux tubes de cuivre, tournés sur le même cylindre; chacun de ces tubes a $1\frac{1}{2}$ mètre de longueur, leur section intérieure est de 6 millimètres. C'est entre ces deux bouts de serpentin que l'on intercale un tube capillaire d'argent, dont on varie le calibre intérieur et la longueur. Ce tube est tourné en spirale sur le même cylindre que les bouts de spirale en cuivre entre lesquels il est intercalé, et on l'y ajuste hermétiquement avec de la soudure à l'étain. L'eau du calorimètre et celle du bain, qui donne à l'air une température connue avant son entrée dans le serpentin du calorimètre, sont agitées d'un mouvement parfaitement uniforme. Les températures sont indiquées par des thermomètres portant vingt divisions par chaque degré centigrade, et qui ont été rigoureusement comparés entre eux aux températures mêmes qu'ils suivent dans les expériences.

» Lorsqu'on ouvre le robinet du réservoir à air comprimé, l'air traverse le serpentin de la cuve sans changer sensiblement de pression, mais en prenant la température de l'eau de cette cuve, et se rend, sans changer de pression, dans la première partie du serpentin en cuivre du calorimètre. La détente commence à l'entrée du serpentin étroit en argent, et, au sortir de ce tube capillaire, l'air s'écoule par la seconde partie du serpentin en cuivre, où il reprend la pression de l'atmosphère, et sort après avoir pris exactement la température de l'eau du calorimètre.

» Dans quatre séries d'expériences la longueur du fil capillaire a varié depuis $0^{m},09$ jusqu'à $1^{m},79$, les quantités de gaz écoulées par minute ont varié de $2^{gr},20$ à $13^{gr},5$, tandis que les valeurs de y sont restées à peu près les mêmes. Cependant, d'après les résultats de la quatrième série, on doit admettre qu'elles augmentent avec la vitesse d'écoulement, c'est-à-dire en sens inverse de la longueur du tube. On pourrait attribuer ce fait à de la chaleur dégagée par le frottement du gaz le long des parois; mais il est plus probable qu'il provient de ce que le gaz conserve alors une plus grande vitesse à sa sortie du calorimètre, et qu'il emporte ainsi une plus grande quantité de chaleur à l'état de force vive.

» Dans trois nouvelles séries, les longueurs du tube capillaire ont varié de $0^{m},07$ à $1^{m},16$, les quantités de gaz écoulées par minute ont changé de 12 à 46 grammes, mais les valeurs de y n'ont subi que des variations très-

petites : elles augmentent avec la vitesse d'écoulement plus régulièrement que dans le groupe des quatre premières séries. On arrive donc à la même conclusion.

» Dans d'autres expériences j'ai supprimé les deux bouts de tube de cuivre, de grand diamètre, entre lesquels le fil capillaire d'argent se trouvait intercalé, de sorte que l'air sortait directement du fil capillaire dans l'atmosphère.

» Les valeurs de y sont devenues alors, pour la même pression, beaucoup plus grandes que dans les séries précédentes, où la détente du gaz s'achevait complétement dans le calorimètre. Ainsi, le refroidissement est plus grand quand le fil capillaire d'argent débouche directement hors du calorimètre dans l'air extérieur, que lorsque le gaz, au sortir du fil capillaire, peut se détendre complétement dans les boîtes du calorimètre et qu'il les traverse ensuite avec petite vitesse avant de s'échapper au dehors. Cela tient évidemment à ce que, dans le premier cas, les molécules gazeuses augmentent constamment de vitesse jusqu'à leur sortie du calorimètre, tandis que, dans le second cas, le gaz subit au contraire une perte considérable de force vive dans les boîtes du calorimètre, auxquelles il abandonne ainsi une quantité notable de chaleur, qui diminue d'autant le refroidissement observé.

» Ces dernières expériences montrent que le refroidissement se produit pendant la circulation et par la détente du gaz dans le tube capillaire d'argent, tandis que *la fin de la détente, au dehors, avec les modifications qui en sont la suite, donne plutôt un dégagement de chaleur par suite de l'anéantissement de force vive.* J'ai voulu constater ce fait plus nettement par l'expérience, et j'ai eu recours à un appareil composé de deux calorimètres A et B. Le premier calorimètre A, de petite capacité, renferme le fil capillaire d'argent roulé en spirale : la première extrémité de ce fil s'engage dans le long serpentin en cuivre plongé dans l'eau de la grande cuve, et qui amène l'air comprimé du réservoir; l'autre extrémité du fil d'argent s'engage dans la boîte inférieure du second calorimètre B, qui est semblable à ceux que j'ai employés pour déterminer la capacité calorifique des gaz sous la pression de l'atmosphère. Ce second calorimètre se termine par un tube par lequel le gaz se dégage. Ce dernier tube s'engage dans une tubulure plus large, dans laquelle on maintient un thermomètre très-sensible, et qui dirige, par une tubulure latérale, le gaz vers un compteur.

» Les expériences faites avec ce nouvel appareil ont conduit aux conclusions suivantes :

» 1° L'effet frigorifique de la détente se produit presque complétement dans le fil capillaire d'argent. Par suite de la grande conductibilité de l'argent et de la petitesse de la section intérieure du fil, le gaz sort du tube capillaire sensiblement en équilibre de température avec l'eau du premier calorimètre, mais avec une vitesse moléculaire beaucoup plus grande que celle qu'il avait à l'entrée.

» 2° Une nouvelle détente s'opère dans les boîtes superposées du second calorimètre; cette détente est beaucoup plus faible. Le petit abaissement de température qui en est probablement la suite est plus que compensé par la chaleur que le gaz abandonne en perdant la plus grande partie de sa force vive; de sorte que l'effet total consiste en un *échauffement notable* de ce calorimètre.

» 3° La détente est à peu près achevée au sortir du second calorimètre, mais le gaz conserve encore de la vitesse. S'il se rend dans un espace de plus grande section, sa vitesse de transport moléculaire diminue; il en résulte un dégagement de chaleur qui produit une élévation sensible de la température du gaz.

» 4° Pour avoir la quantité réelle de chaleur prise au milieu ambiant par le gaz qui se détend dans les conditions de l'expérience et sans changer de température, il faudrait que le gaz sortît du second calorimètre avec une force vive nulle, condition qu'il est impossible de réaliser pratiquement, ou bien avec une force vive égale à celle qu'il avait à l'entrée.

» A la suite de ces longues recherches, j'ai été amené à combiner un calorimètre unique, dans lequel se réalisent toutes les détentes qui se sont opérées successivement dans les deux calorimètres conjugués. J'ai adopté définitivement cette disposition pour l'air atmosphérique et pour tous les autres gaz, parce qu'elle me paraît réunir le plus de garanties d'exactitude. Je me suis attaché à définir le plus exactement possible les conditions dans lesquelles le gaz subit ses détentes successives.

» Des expériences nombreuses m'ont donné pour y_1 une valeur plus grande que celle que j'avais obtenue dans la détente de l'air par les orifices en mince paroi, savoir : $y_1 = - 0°,3770$ pour une variation de pression de 1 mètre de mercure. C'est cette valeur que j'admets définitivement pour l'air atmosphérique lorsque la détente se fait dans les conditions nettement définies de l'expérience.

» J'ai parlé précédemment des expériences que j'ai faites pour déterminer la chaleur absorbée par le gaz acide carbonique en mouvement, quand il se détend sans changer de température. Cette quantité de chaleur

est beaucoup plus grande pour l'acide carbonique que pour l'air; de plus, elle paraît augmenter sensiblement avec la pression. Dans ces expériences, la pression absolue n'a pas dépassé $9^{m},9$ de mercure.

» J'ai voulu opérer avec le nouvel appareil sous des pressions beaucoup plus élevées, notamment sous celles que l'acide carbonique gazeux conserve dans le réservoir de l'appareil Thilorier, où on l'a liquéfié. J'ai disposé l'expérience de la manière suivante :

» Le réservoir de l'appareil Thilorier, contenant environ 4 kilogrammes d'acide carbonique liquide, est maintenu dans un grand baquet plein d'eau, à la température ambiante, qui le maintient à une température sensiblement constante. J'admets que la masse métallique de ce réservoir restitue incessamment la chaleur absorbée par la volatilisation de l'acide liquide. Un tube de cuivre, très-résistant, relie le serpentin de la grande cuve avec l'atmosphère d'acide carbonique gazeux du réservoir Thilorier. Le calorimètre est disposé exactement comme il l'était pour les expériences sur l'air atmosphérique; il est muni des mêmes thermomètres. Une agitation continue et parfaitement régulière mélange les couches d'eau du calorimètre et celles du bain d'eau de la cuve qui contient le grand serpentin.

» L'appareil étant disposé, et l'agitation des bains se faisant depuis un quart d'heure, je fais l'observation des cinq minutes initiales, pendant lesquelles le calorimètre n'est soumis qu'aux causes perturbatrices extérieures; puis un aide ouvre brusquement le robinet du réservoir Thilorier. L'acide carbonique gazeux se précipite dans le serpentin de la cuve, où il établit la pression du réservoir, passe par le serpentin capillaire d'argent où il se détend, et il arrive dans les boîtes superposées du calorimètre avec un faible excès de pression sur l'atmosphère extérieure.

» Un manomètre à eau, communiquant par une tubulure avec la boîte à gaz supérieure du calorimètre, ne marque qu'un excès de pression de 50 millimètres, lequel correspond à $3^{mm},7$ de mercure. Ainsi le gaz ne conserve qu'un très-faible excès de pression à sa sortie du calorimètre.

» On fait durer l'écoulement quatre minutes; ce temps suffit au passage d'environ 120 litres de gaz carbonique. On ferme alors brusquement le robinet du réservoir Thilorier; on continue l'observation des thermomètres, minute par minute, jusqu'à la dixième minute. Enfin, on suit les variations du thermomètre du calorimètre pendant les cinq minutes finales, où il n'est plus soumis qu'aux causes perturbatrices extérieures.

» Les plus grands soins doivent être apportés à la construction et à l'en-

tretien des appareils, car ceux-ci doivent maintenir, sans la moindre perte, un gaz sous la pression de cinquante-cinq atmosphères environ.

» La force élastique de l'acide carbonique qui arrive au calorimètre est calculée d'après la température *t* de l'eau qui environne le réservoir Thilorier, et à l'aide de la formule que j'ai donnée (*Mémoires de l'Académie*, t. XXXI, p. 130). J'admets que cette force élastique se conserve depuis le réservoir jusqu'à l'arrivée du gaz à l'origine du serpentin capillaire en argent. Il est probable qu'elle s'affaiblit réellement un peu, mais la différence doit être très-petite, car la section du fil capillaire d'argent n'est que le millième de celle du gros serpentin de la cuve.

» L'acide carbonique dépensé pour chaque expérience est donné en volume par le compteur à gaz.

» En réunissant les résultats obtenus ainsi pour l'acide carbonique sous haute pression à ceux que j'avais obtenus précédemment sous des pressions moindres, j'ai formé le tableau suivant :

Excès de pression produisant l'écoulement.	Refroidissement subi par le gaz.	Valeur de y_1.
3354mm	— 5°,434	— 1°,6190
7764	— 12,731	— 1,6396
38591	— 81,960	— 2,1238

» On voit que le refroidissement augmente plus rapidement que l'excès de pression qui produit l'écoulement.

» Le refroidissement considérable que le gaz acide carbonique subit par sa détente, lorsqu'il conserve la force vive acquise, explique plusieurs phénomènes que l'on observe sur l'acide carbonique liquéfié dans l'appareil Thilorier. Ainsi, quand l'acide liquide s'échappe du réservoir par un orifice étroit et qu'on le reçoit dans un récipient de peu de masse et ouvert, une grande partie du liquide se congèle en une masse neigeuse qui remplit tout le récipient. On attribue ordinairement cet effet à la chaleur absorbée par l'acide carbonique qui prend l'état gazeux; cette chaleur lui serait donnée par l'acide carbonique resté liquide, dont la température s'abaisserait au-dessous de son point de congélation. Si cette explication était la véritable, l'acide solide devrait se présenter sous forme d'une masse continue, appliquée contre les parois du récipient, et non en une masse neigeuse qui le remplit complétement. La vaporisation du liquide donne certainement un gaz dont la température est très-basse, mais la détente subséquente de ce gaz abaisse encore beaucoup sa température, de sorte

que c'est réellement l'acide carbonique gazeux formé qui se congèle, et non l'acide resté liquide.

» Lorsqu'on laisse échapper du réservoir, par un orifice capillaire, l'acide gazeux qui forme atmosphère au-dessus de l'acide liquide, on reconnaît que l'orifice se bouche fréquemment par de petits cristaux d'acide solide. C'est encore le froid produit par la détente qui produit ces congélations momentanées.

» En résumé, mes expériences avec les tubes capillaires en argent prouvent que, lorsqu'un gaz coule, même avec une très-grande vitesse, suivant des parois très-étendues, il n'y a pas de dégagement sensible de chaleur que l'on puisse attribuer au frottement des molécules gazeuses sur ces parois.

» Cette conclusion est en opposition avec les idées généralement admises, et l'on peut citer beaucoup de faits qui semblent la contredire. J'indiquerai les plus importants.

» Un projectile, qui traverse l'air avec une grande vitesse, s'échauffe beaucoup. On attribue ce fait à la chaleur qui serait dégagée par le frottement du projectile contre les molécules de l'air qu'il traverse.

» Les bolides traversent notre atmosphère avec une extrême vitesse; ils s'échauffent ainsi jusqu'à devenir incandescents, jusqu'à fondre complétement, ou seulement à leur surface. On attribue encore ce fait à la chaleur dégagée par la friction contre les molécules gazeuses.

» Je crois que, dans les deux cas, le dégagement de chaleur provient d'une autre cause, et qu'il est dû uniquement *à la chaleur dégagée par la compression de l'air*.

» Lorsqu'un mobile traverse l'air avec une vitesse plus grande que celle du son, l'élasticité de l'air est annulée dans ses effets, et la compression produite par le mobile n'a pas le temps de gagner les couches contiguës avant que celles-ci soient comprimées à leur tour par le mobile. Par suite de cette inertie, l'air se trouve comprimé comme il le serait dans un briquet à air. La chaleur provenant de cette compression passera, en grande partie, dans le mobile, dont elle élèvera la température. Le mobile ne sera d'ailleurs pas influencé par la détente de l'air qui produit du froid, car cette détente ne se fera que quand il aura passé. Ainsi, suivant moi, le mobile, marchant avec la même vitesse, recueillera toujours la chaleur qu'il dégage en comprimant l'air, et il ne subira pas le refroidissement produit par la détente subséquente des couches d'air qu'il vient de traverser.

» Il est évident, d'ailleurs, que la compression de l'air sera d'autant plus énergique que le mobile sera doué d'une plus grande vitesse; la température du mobile s'élèvera donc successivement jusqu'à ce qu'elle soit égale à celle que prend une couche d'air qui subit instantanément la même compression dans le briquet à air. On s'explique ainsi très-bien la très-haute température que prend un bolide qui traverse notre atmosphère avec une vitesse beaucoup plus considérable que la vitesse de propagation du son.

» Un échauffement du même genre, mais plus faible, se produira pour un mobile qui traversera l'air avec une vitesse moindre que celle du son. Dans ce cas encore, le mobile sera plus influencé par la chaleur dégagée par la compression qu'il ne le sera par la chaleur absorbée par la détente. Les deux effets se compenseront sensiblement quand le mobile aura une très-faible vitesse.

» Selon moi, il n'y a de chaleur dégagée par le frottement de deux corps que lorsque les molécules de l'un d'eux au moins ne sont pas absolument libres, c'est-à-dire quand elles sont sous l'influence d'une force quelconque d'agrégation. D'après nos observations, cette liberté absolue n'existerait réellement que dans les fluides immatériels, tels que l'éther, qui transmet les vibrations lumineuses. Elle n'est pas parfaite dans nos gaz, et par cela seul le mouvement d'un gaz le long d'une paroi solide doit dégager une certaine quantité de chaleur qui résulte uniquement de la transformation en chaleur de la perte de force vive subie par les molécules pour vaincre leurs résistances intérieures. Mes expériences prouvent que cette quantité de chaleur est si petite pour l'air atmosphérique, qu'elle échappe à nos moyens d'observation.

» Les liquides présentent tous plus ou moins de viscosité, ce qui prouve que leurs molécules ne possèdent pas une mobilité parfaite. Le passage d'un liquide à travers un tube doit donc dégager une quantité sensible de chaleur par le frottement, et cette quantité doit varier pour les divers liquides. J'ai fait, à plusieurs reprises, des expériences à ce sujet, mais elles ne sont pas encore assez complètes pour que je puisse les publier.



» Enfin, dans les corps solides, surtout dans ceux qui jouissent d'une grande dureté, les molécules ont très-peu de mobilité; le frottement de ces corps les uns sur les autres peut donc produire un dégagement considérable de chaleur, même quand il n'y a pas désagrégation. En tout cas, la chaleur dégagée provient de la transformation d'un mouvement extérieur sensible en un mouvement vibratoire moléculaire autour de la position

d'équilibre, qui ne se manifeste que par ses effets calorifiques; de sorte que le dégagement de chaleur par le frottement correspond toujours à une perte de force vive.

» La théorie mathématique suppose que les corps jouissent d'une élasticité parfaite : on l'admet implicitement dans l'établissement des équations primordiales. On suppose, en outre, que le mouvement ne peut pas changer de nature, ni se communiquer à d'autres milieux. Enfin, on ne tient pas compte de la matérialité des corps, car on ne tient compte nulle part des modifications que la pesanteur introduit dans les mouvements moléculaires. Pour l'éther, on n'a pas à s'occuper de la pesanteur; mais on reconnaît la modification que l'élasticité de l'éther subit dans les corps matériels transparents, parce qu'il est nécessaire de l'admettre pour expliquer la réfraction.

» D'après cela, les lois déduites de la théorie mathématique de l'élasticité ne doivent se vérifier absolument que pour les milieux qui jouissent de l'élasticité parfaite, et nous ne reconnaissons cette perfection que dans l'éther qui transmet les vibrations lumineuses. L'expérience nous montre que la vitesse de propagation dans l'éther est excessive relativement à celle que nous trouvons dans les corps matériels. Ne peut-on pas en conclure que, dans un milieu qui jouirait de l'élasticité absolument parfaite, la vitesse de propagation serait *infinie?* D'après cela, l'éther approcherait seulement beaucoup de cette perfection; il lui resterait encore de la matérialité qui le laisse sous l'influence des corps matériels, et par suite de laquelle il pourrait offrir une résistance sensible au mouvement des astres qui le traversent.

» Quoi qu'il en soit, je pense que le degré de perfection élastique d'un corps peut s'apprécier par la vitesse avec laquelle il transmet un ébranlement. La vitesse de propagation est plus grande dans les solides que dans les liquides; elle est plus grande dans les liquides que dans les gaz. D'après cela, les gaz doivent s'écarter plus des lois mathématiques de l'élasticité que les liquides et que les solides; c'est en effet ce que l'expérience démontre.

Détermination des quantités de chaleur absorbées par un gaz en mouvement qui subit des variations brusques ou successives de densité, par l'observation des températures qu'il possède dans les différents points de son parcours.

» S'il était possible de déterminer simultanément la température et la force élastique dans les différentes parties d'un courant gazeux, quand

celui-ci subit des modifications brusques ou successives dans sa densité, on aurait un moyen simple pour déterminer les quantités de chaleur qui sont perdues ou gagnées dans les diverses parties de son parcours. Mon Mémoire contient un très-grand nombre d'expériences faites dans cette direction.

» J'ai employé successivement les thermomètres à mercure, les thermomètres à air et les éléments thermo-électriques. La détente se faisait tantôt par un orifice en mince paroi, tantôt par un tube capillaire, tantôt enfin par des parois poreuses. Il m'est impossible de rendre compte de ces expériences en restant dans les limites que je suis obligé de m'imposer dans cet Extrait.

» Un grand réservoir renferme de l'air sous une pression de 8 mètres de mercure, que l'on maintient sensiblement constante. Il est renfermé, comme à l'ordinaire, dans une grande cuve pleine d'eau dont la température reste invariable pendant la durée d'une expérience. Le réservoir communique avec un serpentin placé dans la même cuve, qui a un développement de 12 mètres et une section intérieure de 20 millimètres.

» Le serpentin sort latéralement de la grande cuve et il se termine immédiatement après sa sortie; son extrémité est fermée par une plaque métallique, au centre de laquelle on perce une ouverture plus ou moins étroite. Un tube de laiton mince, et d'une longueur variable, s'ajuste à frottement sur l'extrémité saillante du serpentin.

» La température de l'air, après la sortie de l'orifice capillaire, est déterminée par un thermomètre à mercure, dont on peut approcher le réservoir plus ou moins de l'orifice.

» Lorsque le réservoir du petit thermomètre est à 10 millimètres environ de l'orifice capillaire, il marque 1°,8 de moins que le thermomètre de la grande cuve. Si on l'éloigne successivement de l'orifice, la température de ce thermomètre s'élève assez rapidement, et la différence de température n'est plus que de quelques dixièmes de degré quand le réservoir du petit thermomètre approche de l'orifice du large tube terminal.

» Si, à partir de la distance de 10 millimètres où l'on avait une différence de température de 1°,8, on approche le réservoir du petit thermomètre, de plus en plus, de l'orifice, la différence de température, au lieu d'augmenter, diminue très-vivement; elle change même de signe quand on amène le réservoir du thermomètre presque en contact avec les parois de l'orifice.

» Ainsi, dans cette expérience, le petit thermomètre montre le plus grand refroidissement quand son réservoir est à 10 millimètres de l'orifice. Le

refroidissement diminue à mesure qu'on éloigne le réservoir de l'orifice capillaire, parce que la vitesse du gaz diminue; il diminue aussi, et très-rapidement, quand on approche le réservoir de l'orifice à partir des 10 millimètres. Enfin le refroidissement se change en un échauffement apparent, quand la boule approche de l'orifice jusqu'à le toucher.

» Ces résultats ne sont pas en désaccord avec ceux qui ont été observés par MM. Joule et Thomson dans des conditions analogues. Mais je les explique autrement, et je tire de mes expériences des conclusions très-différentes de celles que les physiciens anglais ont déduites des leurs.

» Les expériences de MM. Thomson et Joule sur le passage de l'air à travers un orifice en mince paroi ont donné des abaissements de température beaucoup plus considérables que ceux que j'ai obtenus dans des conditions analogues. Cela peut tenir en partie à ce que la vitesse d'écoulement était plus grande dans leurs expériences, mais surtout, je le pense, à ce fait, que, dans les expériences des physiciens anglais, l'air est comprimé directement par la pompe dans le long tube de section uniforme, où il circule rapidement jusqu'au petit orifice par lequel il se déverse dans l'atmosphère. Or je crois que, dans ce cas, la température est loin d'être égale dans les différentes parties du tuyau.

» L'air arrive très-échauffé par le jeu de la pompe : j'admets qu'il perd ce grand excès de chaleur dans le long parcours du double serpentin ; mais les couches d'air voisines de l'orifice fournissent directement le travail qui pousse le gaz en dehors, en perdant une certaine quantité de chaleur qu'elles n'ont pas le temps de reprendre aux nouvelles couches qui arrivent pour les remplacer. En un mot, je pense que l'on ne peut pas admettre, pour un gaz *naturel* en mouvement, les principes que l'on pose *théoriquement* pour le gaz idéal, lors même qu'ils seraient à peu près vrais pour le gaz naturel à l'état de repos. Quant à la force vive que les molécules prennent dans l'expansion, comme sa création n'a lieu qu'au passage de l'orifice, il est certain qu'elle ne se fait qu'aux dépens de la chaleur du gaz *sortant*, dont la température doit s'abaisser beaucoup par ce fait.

» J'ai souvent insisté, dans mes Mémoires précédents, sur la lenteur avec laquelle l'air renfermé dans un réservoir métallique, entouré d'une grande masse d'eau, reprend la température de cette eau lorsqu'il s'est refroidi par la dilatation qu'il éprouve quand on en fait sortir une partie. Lorsque ce réservoir est cylindrique et que son diamètre n'est que de 20 centimètres,

il faut dix à quinze minutes pour que le manomètre à air libre, qui communique avec ce réservoir, reprenne l'état stationnaire.

» MM. Joule et Thomson parlent d'un dégagement considérable de chaleur qu'ils ont observé lorsque l'air vient frotter contre un obstacle qui s'oppose à sa sortie, notamment quand il frotte contre le réservoir d'un thermomètre, qui est maintenu dans un espace conique en gutta-percha, diminuant beaucoup la section restée libre au passage du gaz, etc., etc. Je n'ai jamais réussi à observer un phénomène semblable, et le fait me paraît en contradiction avec les expériences que j'ai faites avec les serpentins formés par les fils capillaires d'argent, où je n'ai jamais pu constater de chaleur dégagée par la friction.

» Dans mes expériences sur l'écoulement de l'air à travers un orifice en mince paroi, j'ai bien reconnu que le thermomètre montrait une élévation de température lorsque son réservoir est poussé presque au contact de l'orifice capillaire; mais j'ai attribué ce fait à une déformation du réservoir provenant des pressions inégales que le courant d'air lui imprime. L'expérience suivante démontre que cette explication est la véritable.

» J'ai vidé le mercure de mon thermomètre, et je l'ai remplacé par de l'alcool. L'instrument est devenu ainsi beaucoup plus sensible aux variations de température, à cause de la dilatabilité plus grande de l'alcool, mais les variations par la compression extérieure restent les mêmes. Eh bien! le thermomètre ainsi modifié ne montra jamais une température plus élevée que celle de la cuve, lors même que je rapprochais le réservoir jusqu'au contact de l'orifice capillaire.

» Ces expériences me montraient, en outre, qu'on ne doit pas se servir de thermomètres à mercure pour déterminer les températures dans les courants gazeux rapides, et j'ai eu recours aux thermomètres à air, sur la marche desquels la compressibilité de l'enveloppe n'exerce pas une influence sensible.

» Or le premier fait que j'ai reconnu ainsi, c'est que, dans toutes les positions du thermomètre placé dans l'air détendu, ce thermomètre marque une température inférieure à celle qu'indique le thermomètre placé dans l'air comprimé. La différence de température est d'autant plus grande qu'on approche davantage le réservoir mobile de l'orifice capillaire : le maximum est atteint quand on presse ce réservoir contre cet orifice, les surfaces n'étant pas assez régulières pour opérer une fermeture complète.

» Ce dernier fait est en opposition complète avec les élévations de température signalées par MM. Thomson et Joule.

» Dans une seconde série d'expériences, j'ai donné au réservoir du thermomètre à air placé dans l'air détendu un plus grand diamètre, de façon qu'il entre à frottement doux dans le tube qui le maintient. Il reste alors un intervalle très-étroit entre ce réservoir et le tube qui l'entoure. J'espérais réaliser ainsi les conditions où les physiciens anglais ont reconnu une grande élévation de température.

» Or c'est précisément dans ces conditions que j'ai obtenu le plus de froid; c'est alors aussi que la différence de température entre les deux thermomètres varie le moins avec la distance du réservoir à l'orifice. L'explication de ces faits me paraît très-simple : avec la disposition actuelle, l'air subit deux détentes successives : la première, à la sortie de l'orifice capillaire; la seconde, dans l'espace annulaire très-étroit, mais d'un grand diamètre, qui règne entre le réservoir du thermomètre et le tube qui l'enveloppe. Par le fait de cette seconde détente et de l'accroissement de force vive, il y a grand abaissement de température de l'air avant et autour du thermomètre de l'air détendu, et cela explique l'excès de froid indiqué par ce thermomètre.

» Dans mes expériences, la première détente était plus grande que la seconde, mais il eût été facile de réaliser l'inverse en augmentant la section de l'orifice capillaire.

» Les expériences que j'ai faites avec les éléments thermo-électriques m'ont conduit aux mêmes résultats; de plus, elles m'ont permis de suivre beaucoup plus facilement les variations de température que subit le courant gazeux. Je n'en indiquerai que quelques-unes.

» La détente se fait dans un tube capillaire de verre, de 4 centimètres de long, terminé par un tube de verre de 30 millimètres de diamètre intérieur, dans lequel on dispose l'un des éléments, qu'on peut ainsi rapprocher plus ou moins de l'orifice capillaire, et même faire pénétrer la soudure dans cet orifice.

» 1° Les soudures thermo-électriques indiquent des différences de température de plus en plus faibles, à mesure qu'on éloigne l'une d'elles de l'orifice du tube capillaire;

» 2° La plus grande différence de température se présente lorsque cette soudure pénètre à l'intérieur du tube capillaire, dont elle diminue ainsi notablement la section. Il est d'ailleurs évident que si l'on diminuait la section au delà d'une certaine limite, on diminuerait, au contraire, la différence de température, car si l'orifice était entièrement bouché, les deux soudures prendraient la même température.

» Pour me rapprocher encore davantage des conditions dans lesquelles MM. Thomson et Joule ont observé une forte élévation de température, j'ai disposé l'expérience suivante.

» J'ajuste dans la tubulure du grand serpentin une rondelle épaisse en gutta-percha, percée en son centre d'une petite ouverture, surmontée d'un cône creux. L'élément thermo-électrique est scellé dans l'axe d'un cylindre de gutta-percha, terminé par un cône saillant, qui s'ajuste exactement dans le cône creux de la rondelle. La soudure de l'élément affleure au sommet du cône. Il est inutile de dire que la rondelle de gutta-percha est maintenue par une plaque de métal, à grande ouverture, qui l'empêche de se gondoler et même de se déchirer sous la pression de l'air comprimé.

» Nous voyons encore ici l'abaissement de température diminuer rapidement à mesure que la soudure s'éloigne de l'ouverture de la rondelle. Il augmente, au contraire, rapidement quand on presse sur son siége le cône qui enveloppe la soudure.

» C'est pour un certain rapprochement des deux cônes que l'on obtient le plus grand refroidissement. Quand on approche davantage, le refroidissement diminue; il diminue encore lorsqu'on les éloigne l'un de l'autre. Mais, dans aucun cas, la différence de température ne s'est intervertie, comme cela arriverait s'il y avait un dégagement considérable de chaleur produit par le frottement de l'air contre les parois.

» Je ne parlerai pas ici des expériences que j'ai faites sur le passage de l'air à travers les parois poreuses : pour les faire comprendre, il faudrait décrire les appareils, donner les résultats numériques, et entrer dans des détails que l'étendue limitée de cet Extrait ne comporte pas.

DÉTENTE DYNAMIQUE. SECONDE PARTIE.

» Dans la première partie de ce Mémoire, j'ai cherché à déterminer les effets calorifiques produits par un gaz qui arrive dans un appareil calorimétrique avec une forte pression, qui s'y détend jusqu'à la pression atmosphérique extérieure, et en sort avec la température de ce calorimètre. Ainsi le gaz soumis à l'expérience ne fait que traverser le calorimètre dans les conditions que je viens d'indiquer, et aucune partie de ce gaz n'y reste. L'effet calorifique est produit principalement par les variations de force vive.

» Dans la seconde partie, le gaz soumis à l'expérience est primitivement contenu à l'état de repos dans le calorimètre, ou bien ce gaz arrive suc-

cessivement dans ce calorimètre sous l'influence d'un excès de pression pour y séjourner en repos jusqu'à la fin de l'expérience. Ainsi on opère successivement par compression et par détente.

» Dans cette manière d'opérer, la détente statique joue le rôle principal dans l'effet produit, mais la détente dynamique intervient dans des conditions semblables à celles qui sont réalisées dans les expériences de la première partie du Mémoire. La méthode de Clément et Désormes, avec les modifications qu'elle a subies récemment de la part de beaucoup d'expérimentateurs, rentre dans le même cas. La différence essentielle dans ma manière d'opérer consiste en ce que les quantités de chaleur sont déterminées par la méthode calorimétrique, tandis que mes devanciers ont cherché les différences de température.

» Ces recherches occupent la plus grande partie de mon Mémoire; je les ai reprises un grand nombre de fois en changeant la disposition des appareils qui exerce ici une très-grande influence. Il m'est impossible d'en donner une idée par un court extrait et sans figures à l'appui.

DÉTENTE STATIQUE.

» Dans la troisième partie de mon Mémoire, j'ai cherché à réaliser expérimentalement les conditions de la détente statique des gaz, en mesurant simplement les changements de température produits. Je suis encore obligé de renvoyer à mon Mémoire complet, qui paraîtra très-prochainement, car l'exposé seul de ma Méthode exigerait des développements assez longs. »

M. de Vergnette-Lamotte adresse à l'Académie, par l'entremise de *M. Daubrée*, un exemplaire de la seconde édition de son ouvrage sur « Le vin ».

MÉMOIRES LUS.

ZOOLOGIE. — *Nouvelles observations sur les caractères zoologiques et les affinités naturelles de l'*Æpyornis *de Madagascar; par* **MM. Alph.-Milne Edwards** *et* **Alf. Grandidier**.

(Renvoi à la Section de Zoologie.)

« Tous les naturalistes se souviennent de l'intérêt qu'excita une Communication faite à l'Académie, le 27 janvier 1851, par M. I. Geoffroy

Saint-Hilaire, relativement à des œufs énormes trouvés à Madagascar par M. Abadie, capitaine d'un navire marchand. Ces œufs avaient une capacité de plus de 8 litres, et leur volume correspondait à celui de 6 œufs d'Autruche ou de 148 œufs de Poule. Ils ne pouvaient être attribués à aucune des espèces vivant actuellement soit à Madagascar, soit sur d'autres points de la surface du globe, et, d'après quelques fragments d'os trouvés dans le même gisement, M. I. Geoffroy pensa qu'ils devaient appartenir à un gigantesque oiseau tridactyle; il donna à cette espèce inconnue le nom d'*Æpyornis maximus*, et la rapprocha des Brévipennes; mais M. Valenciennes, après avoir étudié les mêmes pièces, émit l'opinion que l'*Æpyornis* devait se placer à côté des Pingouins et des Manchots, et tout récemment M. Bianconi, qui a publié sur ce sujet un travail très-étendu, soutient que cet oiseau était un Rapace voisin des Condors et était probablement le *Roc* ou *Ruc* mentionné par Marco Polo. Ces divergences d'opinion prouvent que les pièces sur lesquelles étaient fondées ces déterminations étaient insuffisantes. Pour établir exactement les rapports zoologiques de l'*Æpyornis*, il fallait de nouveaux matériaux d'étude. Dernièrement l'un de nous (1), en faisant fouiller un terrain marécageux à Amboulitsate, sur le côté ouest de Madagascar, y a découvert des ossements parfaitement conservés qui appartiennent évidemment à l'oiseau gigantesque dont I. Geoffroy a fait connaître les œufs.

» Les parties du squelette trouvées dans ces fouilles sont : 1° un tibia complet et diverses portions du même os; 2° un fémur presque complet; 3° deux vertèbres; 4° un fémur assez bien conservé et des fragments du même os appartenant à des *Æpyornis* de plus petite taille; 5° un fémur très-incomplet provenant d'un *Æpyornis* encore plus petit (2).

» Ne pouvant exposer ici longuement les particularités anatomiques que présentent ces ossements, nous nous bornerons à en signaler les caractères les plus remarquables. Le tibia est énorme et offre un aspect singulier dû principalement à l'élargissement exceptionnel de ses extrémités articulaires. En effet, sa longueur est de 64 centimètres, la circonférence de l'extrémité supérieure mesure 45 centimètres, celle de l'extrémité inférieure 38, tandis que le corps de l'os n'a, dans sa partie la plus resserrée, que 15 $\frac{1}{2}$ centimètres de tour. Un coup d'œil jeté sur ce tibia prouve évidemment qu'il provient d'un oiseau du groupe des Brévipennes. Mais ce groupe comprend lui-même un certain nombre de types tels que les Autruches, les Nandous, les Dromées,

(1) M. Alf. Grandidier.

(2) Voyez *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 14 décembre 1868.

les Casoars, les Apteryx, les Dinornis et les Palapteryx. Chez tous ces oiseaux, à l'exception des Dinornis et des Palapteryx, le tibia est dépourvu d'un pont osseux au-dessus de la coulisse du muscle extenseur des doigts; l'*Æpyornis*, sous ce rapport, se range à côté d'eux; mais, d'autre part, les proportions générales de l'os sont complétement différentes. Chez aucun Brévipenne le tibia n'est aussi massif dans ses parties articulaires. Le genre Dinornis renferme des espèces chez lesquelles l'os de la jambe est beaucoup plus long, mais les extrémités en sont comparativement étroites. La patte du *Dinornis elephantopus* est généralement citée par les anatomistes comme l'exemple des formes les plus massives auxquelles peuvent atteindre les oiseaux; mais, sous ce rapport, il est dépassé de beaucoup par l'*Æpyornis*. Dans les genres *Struthio*, *Rhea* et *Dromaius*, le corps de l'os est presque cylindrique et les extrémités sont étroites; dans les genres *Casuarius* et *Apteryx*, le tibia est plus massif, plus élargi, mais il est loin cependant de pouvoir se rapprocher de celui de l'*Æpyornis*.

» Plusieurs fémurs ont été trouvés à Amboulitsate; l'un d'eux est notablement plus grand que les autres, et ses surfaces articulaires paraissent correspondre, par leurs dimensions, à celles du tibia dont il vient d'être question. Il n'est pas un oiseau chez lequel l'os de la cuisse présente des proportions aussi singulières. En effet, sa grosseur est extraordinaire; sa longueur est, au contraire, très-faible et n'équivaut pas même à une fois et demie la longueur de l'extrémité inférieure. Il existe en arrière, au-dessus des condyles, une fosse énorme dans laquelle s'ouvrent de grands orifices destinés à permettre à l'air de s'introduire dans l'intérieur de l'os. Ces orifices manquent chez les *Apteryx* et chez les *Dinornis*.

» Les particularités anatomiques fournies par les vertèbres de l'*Æpyornis* s'accordent parfaitement avec celles que présentent les autres pièces du squelette, et indiquent que le corps de l'oiseau de Madagascar était beaucoup plus volumineux que celui des *Dinornis*.

» Depuis l'époque où I. Geoffroy a publié ses Observations sur l'*Æpyornis*, le Muséum a reçu, en communication de M. Liénard, un morceau de l'os du pied beaucoup plus complet que ceux qu'on possédait. Le caractère le plus saillant de ce *tarso-métatarsien* réside surtout dans son élargissement combiné avec un aplatissement très-notable dans le sens antéro-postérieur. La largeur de la diaphyse au point le plus étroit est de 8 centimètres, tandis que chez le *Dinornis giganteus*, la largeur de la même partie n'est que de 5 $\frac{1}{2}$ centimètres. Or, comme la taille de cette dernière espèce était de 3 mètres, on avait conclu des différences de dimensions que présentent

les os du pied, que l'*Æpyornis* devait avoir au moins $3^{m},60$ de hauteur. L'étude des autres os montre combien on se trompait en prenant ces mesures comme bases pour le calcul de la hauteur de l'animal. A l'extrémité supérieure du fragment de ce tarso-métatarsien on voit la trace de deux sillons qui, en haut, indiquent la séparation primordiale des trois éléments du métatarse. Ces sillons n'existent qu'immédiatement au-dessous de l'extrémité articulaire. Leur présence a donc une grande importance, car elle montre que l'os est presque entier, et permet d'en mesurer très-approximativement la longueur, qui ne devait pas dépasser 38 centimètres.

» L'étude anatomique de cette pièce montre que l'*Æpyornis* présente beaucoup plus de ressemblance avec les *Dinornis* qu'avec toute autre espèce, mais qu'il en diffère cependant dans des limites qui ne permettent pas de le considérer comme appartenant au même genre. M. Bianconi s'est, au contraire, attaché à démontrer que le métatarse de l'oiseau de Madagascar est celui d'un Rapace. Nous ne partageons en aucune façon cette manière de voir, car nous ne pouvons comprendre un oiseau de proie privé du doigt postérieur à l'aide duquel il saisit sa proie et déchire les chairs dont il se nourrit. L'*Æpyornis* n'était pourvu, comme les Casoars, les Dromées et les Naudous, que de trois doigts antérieurs. Comment accorder ce mode d'organisation avec les faits rapportés par Marco Polo? Comment peut-on se figurer qu'un oiseau dépourvu de pouce ait été capable d'enlever des proies volumineuses pour les transporter dans son aire? Nous voyons donc que le caractère propre aux Rapaces manque complétement.

» L'*Æpyornis* appartient au groupe des Brévipennes, mais il doit constituer parmi eux un type parfaitement caractérisé par ses formes massives et par ses pattes d'une grosseur dont on a peine à se former une idée. C'est à côté des *Dinornis* et des *Apteryx* qu'on doit le placer, bien qu'il s'en éloigne par des traits importants d'organisation, et entre autres par la pneumaticité de l'os de la cuisse. La taille de cet oiseau était beaucoup moins élevée que ne l'avait pensé I. Geoffroy Saint-Hilaire. En prenant comme base de calcul la longueur de la patte, on trouve que l'oiseau de Madagascar ne devait guère dépasser 2 mètres, c'est-à-dire la taille d'une grande autruche, tandis que celle du *Dinornis giganteus* varie entre $2^{m},50$ et 3 mètres. Mais si l'*Æpyornis* n'est pas, comme on le croyait, le plus grand de tous les oiseaux, c'est, jusqu'à présent, le plus gros, le plus massif, le plus *éléphant*, si nous pouvons nous exprimer ainsi.

» Les fouilles entreprises à Amboulitsate nous ont aussi montré qu'il existait à Madagascar d'autres espèces d'*Æpyornis* de plus petite taille.

L'une d'elles, *Æpyornis medius*, aurait été de la hauteur d'un Casoar; l'autre, *Æpyornis modestus*, n'aurait guère dépassé celle de la grande Outarde. Il y aurait donc eu à Madagascar une population de grands oiseaux essentiellement terrestres, qui rappellent par leur conformation les *Dinornis*, les *Palapteryx* et les *Apteryx* de la Nouvelle-Zélande. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIOLOGIE. — *Recherches expérimentales sur la transmission du charbon par les mouches; par* **M. A. Raimbert** (1).

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

« Dans ces derniers temps, des médecins d'une grande autorité se sont efforcés de renverser l'opinion universellement admise qui considère les mouches comme des agents de transport, de dépôt et d'inoculation du virus charbonneux. Si rationnelle que soit cette manière de voir, la plupart des faits qui lui ont servi de base sont loin, en effet, d'être à l'abri de toute critique. Il m'a donc paru opportun de rechercher jusqu'à quel point ces insectes doivent être accusés de transmettre le virus charbonneux, et d'essayer de résoudre expérimentalement les questions suivantes :

» 1° Les mouches qui piquent peuvent-elles inoculer la pustule maligne ou charbon?

» 2° Les mouches ont-elles la propriété de transporter le virus charbonneux?

» 3° Le virus charbonneux déposé sur l'épiderme peut-il pénétrer cette membrane et s'inoculer?

» Avant d'examiner, l'une après l'autre, ces questions, je dirai quelques mots de la constitution du sang charbonneux.

» La découverte de M. Davaine, relative à l'existence de corpuscules filiformes immobiles dans le sang des animaux atteints de sang de rate, corpuscules auxquels il a donné le nom de *bactéridies;* la transmission de ces corpuscules par inoculations successives à d'autres animaux, qui succombent à l'inoculation; la constatation que nous avons faite, en commun d'abord, puis chacun de notre côté, de la présence de ces corpuscules

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier au *Compte rendu*.

dans la sérosité des vésicules et de l'escharre de la pustule maligne; enfin celle que j'en ai faite dans la sérosité infiltrée de l'œdème malin, en établissant (comme du reste l'avaient déjà démontré les expériences de l'Association médicale d'Eure-et-Loir) une corrélation de cause à effet entre le sang de rate ou charbon des animaux et la pustule maligne, conduisent à considérer comme capables de transmettre cette affection les corps souillés de sang provenant d'animaux morts du charbon et contenant des bactéridies.

» C'est en m'appuyant sur ce fait que j'ai essayé de déterminer expérimentalement la possibilité du transport du principe charbonneux et de son inoculabilité par les mouches.

» I. Les mouches qui piquent peuvent-elles inoculer le charbon?

» Les insectes auxquels on donne vulgairement le nom de *mouches* appartiennent à deux ordres différents, les Hyménoptères et les Diptères; et parmi les mouches qui piquent on doit distinguer celles qui sont armées d'un aiguillon et celles dont les organes buccaux sont composés de soies ou d'un suçoir piquants.

» Les mouches de la première catégorie sont presque toutes des Hyménoptères; leur aiguillon est une arme offensive et défensive, qu'elles portent dans la partie postérieure de leur abdomen, et à la base duquel sont les glandes vénéneuses qui, comprimées à la sortie de l'aiguillon, versent leur liqueur dans la blessure qu'il a faite. L'effet de l'insertion de ce venin est immédiat, souvent d'une grande intensité et capable quelquefois de donner lieu à une gangrène locale. Cette gangrène et l'œdème qui l'accompagne ont souvent été pris pour une pustule maligne. Il importe donc de séparer du charbon les gangrènes et les tuméfactions œdémateuses dues à cette cause. Leur apparition instantanée permettra toujours de les distinguer des effets produits par le virus charbonneux, dont la manifestation n'a lieu qu'après une incubation plus ou moins longue.

» Les mouches de la deuxième catégorie, c'est-à-dire celles qui sont munies d'organes buccaux perforants, d'une trompe cornée ou de soies lamelliformes dures, appartiennent à l'ordre des Diptères. L'Asile, le Taon, le Stomoxe, l'Anthomye, etc., en sont les principaux représentants.

» Deux cas peuvent alors se présenter : dans le premier, ces insectes se nourrissent exclusivement du sang d'animaux vivants, comme paraissent faire les Taons; dans le second, ces mouches piquantes se nourrissent aussi bien du sang d'animaux morts que de celui d'animaux vivants : de là, la nécessité d'expérimenter séparément sur les deux espèces de mouches.

» *Expériences* A. — Ces expériences, comme toutes celles que j'ai instituées avec des Diptères, ont eu lieu sous une cloche de verre, reposant sur une lame de même substance, et recouvrant un petit verre de montre dans lequel j'avais délayé, avec de l'eau distillée, du sang charbonneux desséché depuis plusieurs mois.

» Sous cette cloche, j'ai introduit des Taons et surtout des Hématopotes, et jamais je n'ai vu ces insectes absorber avec leur trompe le liquide du verre de montre, jamais je n'ai trouvé de bactéridies dans leur tube digestif. Ces espèces de mouches ne peuvent donc imprégner leurs organes buccaux du sang d'animaux morts; le peuvent-elles faire du sang d'animaux vivants? La question est difficile à résoudre, soit par l'observation directe, soit expérimentalement.

» Il faudrait, pour cela, un concours de conditions qu'il n'est pas toujours facile de rencontrer ou de réaliser. Il faudrait exposer l'animal malade aux attaques de ces mouches, et les surprendre attachées à sa peau, ou s'en emparer au moment où elles viennent de la quitter; il faudrait enfin que la maladie fût arrivée à une période assez avancée pour que le sang de la périphérie du corps de l'animal, et surtout celui des capillaires, contînt des bactéridies, en quantité assez considérable pour qu'il en restât d'adhérentes aux organes de succion de ces insectes. Or les bactéridies commencent à se montrer dans le sang des animaux inoculés, d'après M. Davaine, de deux à cinq heures avant la mort, ou, suivant Delafond, d'une à cinq heures après la constatation des premiers symptômes objectifs, et ce n'est que peu d'instants avant la mort qu'on les aperçoit en quantité parfois considérable. Au reste, dans le cas où ces expériences réussiraient, et où l'on pourrait constater avec le microscope la présence des bactéridies sur la trompe ou sur les soies piquantes de ces mouches, on ne devrait pas en inférer qu'elles sont habituellement des agents d'inoculation, car, dans l'état de séquestration où sont ordinairement placés les animaux malades, il est difficile, sinon presque toujours impossible, qu'elles recueillent sur eux du sang charbonneux.

» *Expériences* B. — La solution du problème me semblait plus facile avec les mouches piquantes qui paraissent vivre sur les cadavres d'animaux ou leurs dépouilles, et en faire leur nourriture aussi bien que du sang d'animaux vivants, comme le Stomoxe et l'Anthomye. Cependant, je dois le dire, la seule expérience que j'aie encore pu faire, avec le premier de ces insectes, n'a pas été favorable à l'idée que je me suis formée de la manière dont il se nourrit. L'ayant en effet rencontré dans la *basserie* des tanneries,

local situé sur le bord de l'eau où s'exécutent l'écharnage et le débourrage des peaux, et sachant que les ouvriers tanneurs l'accusent de leur inoculer la pustule maligne, j'avais pensé qu'il vivait des sucs provenant des peaux, aussi bien que du sang des ouvriers. Mais l'ayant mis sous la cloche de verre en présence de sang charbonneux, et l'ayant observé longtemps avec beaucoup de soin, je ne l'ai pas vu aspirer avec sa trompe une seule goutte de ce liquide, ni en piquer un morceau de calepin que j'avais imbibé de la même liqueur. J'ai, depuis que ces lignes sont écrites, répété plusieurs fois cette expérience. Elle m'a toujours donné le même résultat négatif.

» II. Les mouches peuvent-elles être des agents de transport du virus charbonneux?

» *Expériences* C. — C'est dans les expériences qui suivent, répétées un grand nombre de fois avec la mouche domestique et la mouche à viande, que j'ai cherché la solution de cette question.

» J'ai fait entrer sous la cloche de verre, ensemble ou séparément, une ou plusieurs de ces mouches; aussitôt elles absorbent avidement, avec leur trompe, le contenu du verre de montre; elles y plongent en même temps leurs pattes, se promènent en différents sens sur la lame de verre et sur les parois de la cloche; elles y déposent le liquide dont leurs pattes sont souillées, ainsi que leurs excréments. On les voit, de temps en temps, nettoyer leur trompe avec leurs pattes de devant et celles-ci avec leur tête, et passer sur leurs ailes leurs pattes de derrière.

» Une de ces mouches, deux heures après son introduction sous la cloche, en est retirée : son abdomen gonflé est rempli d'un fluide rougeâtre, qui contient un grand nombre de bactéridies, de globules, de granulations et de corpuscules diversement configurés. La trompe de cette mouche, agitée entre deux lames de verre, dans une goutte d'eau distillée, abandonne des bactéridies au liquide ambiant. Je n'en rencontre aucune aux deux pattes de devant, traitées de la même manière.

» J'examine aussi les différents organes de plusieurs autres mouches placées dans les mêmes conditions, et je trouve toujours beaucoup de bactéridies dans leur tube digestif. A la trompe, aux pattes, aux ailes, il en existe aussi une quantité plus ou moins notable, mais non d'une manière constante à chacun de ces organes.

» Tantôt elles sont groupées près des poils ou épines dont ces organes sont hérissés, tantôt elles nagent isolées ou réunies par une substance fibrino-albumineuse dans le liquide qui les entoure. Les excréments en

contiennent aussi des quantités assez considérables mêlées à des corpuscules de formes diverses.

» *Expériences* D. — Pour compléter ces expériences, j'ai enlevé à deux mouches à viande, qui étaient restées de douze à vingt-quatre heures sous la cloche avec du sang charbonneux, leur trompe, leurs ailes, leurs pattes de devant et de derrière. J'ai ensuite inoculé à un cobaye une trompe, deux ailes et quatre pattes, et à un autre seulement une aile et deux pattes. Ces deux animaux sont morts au bout de soixante heures. Le sang de leur rate et de leur cœur contenait de nombreuses bactéridies.

» Il résulte donc des expériences qui précèdent que les diverses espèces de mouches, telles que la mouche domestique, la mouche à viande, la mouche César, la mouche carnassière, etc., ont la faculté de recueillir, avec leur trompe, leurs pattes et leurs ailes, le principe charbonneux et même de l'emmagasiner dans leur abdomen, pour le transporter et le déposer sur les parties découvertes du corps. Mais il ne suffit pas que ce principe morbigène soit mis en contact avec la peau pour produire la pustule maligne, il faut encore qu'il traverse les diverses couches épidermiques et atteigne le derme. Je vais rechercher maintenant s'il le peut faire.

» III. Le principe charbonneux déposé sur l'épiderme peut-il traverser cette membrane?

» On sait qu'Énaux et Chaussier admettaient qu'il en est souvent ainsi; cette manière de voir n'a, jusqu'à présent, rencontré que peu ou point de contradicteurs, bien qu'on se soit parfois étonné de voir, dans un grand nombre de circonstances, le virus charbonneux, mis en contact avec l'épiderme, rester inoffensif. C'est qu'en effet les conditions qui empêchent, ralentissent, facilitent ou activent la pénétration de cette membrane, par les substances appliquées à la surface, sont encore incomplétement connues; de là sont nés les assertions et les débats les plus contradictoires, malgré les recherches multipliées qu'aurait semblé devoir rendre inutiles la simplicité apparente du problème à résoudre.

» Au lieu de discuter ce point de physiologie et les expériences qu'il a suscitées, j'ai cru préférable d'en faire de nouvelles, dans le but spécial d'éclairer cette question de la migration du virus charbonneux à travers les diverses couches de l'épiderme.

» Il serait beaucoup trop long d'entrer dans les détails de ces expériences, je me contenterai de les décrire d'une manière générale et sommaire.

» *Expériences* E. — L'épiderme est composé de deux couches, une

couche cornée ou externe, et une couche muqueuse ou interne, qui se séparent facilement l'une de l'autre lorsque cette membrane a été soulevée par l'application d'un vésicatoire. J'ai mis ce fait à profit, pour étudier la perméabilité de ces deux couches réunies ou séparées. Dans quelques expériences, je les ai employées fraîches; mais, le plus souvent, je les avais préalablement desséchées avant d'en faire usage.

» Dans l'un comme dans l'autre cas, j'étends, sur l'une des extrémités d'un tube ouvert par les deux bouts, un morceau de cette membrane et je l'y fixe, soit avec un fil ciré et un enduit de cire fondue que j'applique jusque sur les bords du tube, soit, et le plus souvent, avec du collodion et une ligature recouverte de ce liquide adhésif.

» Le tube ainsi préparé, j'y introduis du sang charbonneux, délayé dans de l'eau distillée. L'extrémité fermée du tube est ensuite plongée dans un verre de montre, contenant un liquide dont je fais varier la nature; je fais, du reste, varier également la nature du liquide dans lequel le sang est dilué : c'est de l'eau distillée pure, ou légèrement acidifiée, ou alcalinisée, ou enfin iodurée.

» Quatorze expériences ont été faites dans ces conditions.

» Dans l'une d'elles, le liquide du tube était alcalin, celui du verre de montre acide, le diaphragme était composé des deux couches épidermiques : les liquides ne se mélangèrent pas, il ne passa pas de bactéridies.

» Dans deux autres expériences, le sang avait été délayé seulement avec de l'eau distillée, la membrane appartenait à la couche muqueuse et le verre de montre ne contenait aussi que de l'eau distillée : au bout de vingt-quatre heures, je constatai la présence de quelques rares bactéridies dans ce dernier liquide.

» Une expérience fut faite avec une membrane de la couche muqueuse, le liquide du tube étant acide et celui du verre de montre alcalin : ce dernier devint acide et il passa des bactéridies.

» Dans six autres expériences, le diaphragme était formé une fois avec les deux couches épithéliales réunies, deux fois avec la couche cornée et trois fois avec la couche muqueuse ; le liquide supérieur était acide, l'inférieur de l'eau distillée : le liquide du tube passa dans celui du verre de montre, avec une rapidité qui varia de deux à dix-huit heures; chaque fois, je constatai la présence d'un petit nombre de bactéridies dans l'eau du verre de montre.

» Enfin quatre expériences ont été faites, deux fois avec une membrane de couche cornée, et deux fois avec une membrane de couche muqueuse,

de l'eau faiblement iodurée dans le tube, et de l'eau contenant un peu d'amidon dans le verre de montre : celle-ci se colore dans l'espace d'une à quatre heures, et deux fois je constatai la présence de bactéridies dans le liquide inférieur ; une fois elles manquaient (couche muqueuse), une fois leur présence était douteuse (couche cornée).

» Dans toutes ces expériences les bactéridies qui traversèrent les différentes couches d'épiderme étaient très-peu nombreuses : une goutte de liquide en contenait deux, trois ou quatre au plus, encore ne suis-je pas bien sûr de n'avoir pas vu et compté plusieurs fois la même ; le plus souvent, ces bactéridies étaient courtes.

» Il ressort de ces expériences que les deux couches qui composent l'épiderme peuvent se laisser traverser par des bactéridies ; mais que la couche cornée leur livre plus lentement et plus difficilement passage que la couche muqueuse. Les conditions de l'expérimentation sont loin d'être ici semblables à celles dans lesquelles se trouve ordinairement le virus charbonneux déposé sur la peau. Toutefois je ne crois pas que, dans cette dernière circonstance, la migration à travers les diverses couches de l'épiderme doive être plus difficile. Bien qu'en effet cette membrane ne soit qu'une substance morte, surtout par sa couche cornée, elle n'en est pas moins soumise à une rénovation incessante, qui a lieu par l'addition de nouvelles cellules empruntées à la couche muqueuse. L'espèce de dégradation qui se répare alors ne s'est probablement pas faite sans ruptures, sans fissures dans les cellules superficielles ; de là, la possibilité de leur infiltration par les substances appliquées à leur surface. Il faut encore, sans doute, ajouter à cette cause de pénétration, l'existence des orifices des conduits excréteurs appartenant aux glandes sudoripares et sébacées. Toujours ouverts, ils peuvent donner accès aux substances liquides ou rendues plus ou moins liquides par leur mélange avec les produits des sécrétions de ces glandes, et permettre ainsi à ces substances d'atteindre les cellules de la couche muqueuse, facilement perméables, qui constituent la surface interne des conduits excréteurs.

» *Conclusions.* — Quoique ces expériences soient, à certains égards, incomplètes, je crois pouvoir en tirer les conclusions suivantes :

» 1° Des mouches qui piquent, celles dont les organes buccaux sont constitués par une trompe ou des soies piquantes, ne sont pas très-probablement des agents d'inoculation du virus charbonneux ; celles qui sont armées d'un aiguillon n'inoculent que le venin qui leur est propre ;

» 2° Les mouches qui se posent sur les cadavres des animaux morts du

charbon ou sur leurs dépouilles, et s'en nourrissent, ont la faculté de transporter le virus charbonneux et de le déposer sur la peau;

» 3° Le principe charbonneux déposé sur la peau peut en traverser les différentes couches. »

M. **Chamard** adresse une Note additionnelle à son dernier Mémoire sur la direction des aérostats.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. **Baudin** soumet au jugement de l'Académie un instrument servant à déterminer directement la richesse des alcools, au moyen de la dilatation.

(Commissaires : MM. Regnault, Edm. Becquerel.)

CORRESPONDANCE.

M. **le Ministre de l'Instruction publique** adresse une ampliation de l'extrait d'un Décret impérial du 2 octobre, qui autorise l'Académie à accepter, aux conditions et clauses énoncées par le testateur, le legs à elle fait d'une rente de *quatre mille francs* par feu *M. Gegner.*

Ce prix est destiné à « soutenir un savant pauvre qui se sera signalé par des travaux sérieux, et qui dès lors pourra continuer plus fructueusement ses recherches en faveur du progrès des sciences positives. »

M. **le Maire de Pierre-Buffière** prie l'Académie de vouloir bien se faire représenter par un délégué à l'inauguration de la statue de Dupuytren, qui aura lieu le 17 octobre.

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

M. **le Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un exemplaire de la traduction de l'ouvrage de *M. Zeuner* : « Traité des distributions par tiroirs dans les machines à vapeur fixes et dans les locomotives »;

2° Une traduction du Rapport sur l'Hygiène des écoles, adressé par *M. Rud. Virchow* au Ministre de l'Instruction publique de Prusse : cette traduction est de M. le Dr Decaisne ;

3° Deux volumes imprimés en allemand de *M. A. von Krempelhuber*, et

ayant pour titre: « Histoire et bibliographie de la lichénologie, depuis les temps les plus reculés jusqu'à la fin de l'année 1865 ». Cet ouvrage est destiné au concours du prix Desmazière.

M. le Secrétaire perpétuel communique à l'Académie une Lettre qui lui est adressée par *M. Stanislas Julien*, de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, au sujet de l'ouvrage sur les « Industries de la Chine », qui a été présenté à l'Académie le 27 septembre dernier. M. Julien fait remarquer que ses traductions de textes chinois ont fourni la plus grande partie de cet ouvrage; M. Champion y a ajouté des Notes et quelques articles qui lui sont personnels : c'est donc par une erreur de l'éditeur, que le nom de M. Champion a été placé seul sur le dos du volume.

ASTRONOMIE. — *Sur l'éclipse solaire du 7 août dernier.* Extrait d'une Lettre de **M. Gould** à M. Yvon Villarceau, en date du 7 septembre 1869.

« L'éclipse totale du 7 août nous a beaucoup occupés dans ces derniers temps. Elle a été très-bien observée, et la partie photographique a parfaitement réussi. Je me rendis à la ville de Burlington, dans l'État de Yowa, sur la rive droite du Mississipi, par 40° 48′ de latitude et $0^h 56^m 15^s$ à l'ouest de Washington, à peu près à 475 lieues d'ici (Cambridge, Massachussetts).

» Je me proposais : 1° un examen spécial de la Couronne autour du Soleil; 2° une recherche très-soignée dans la zone de l'écliptique, voisine du Soleil, à l'effet de découvrir quelque planète qui pourrait exister en dedans de l'orbite de Mercure. J'employai à cette recherche une lunette montée parallactiquement, de 13 centimètres d'ouverture et 90 centimètres de distance focale. Elle était pourvue d'un oculaire qui ne grossissait que cinq fois. J'avais alors un champ de 1° 50′, dans lequel l'intensité d'éclat de chaque objet lumineux était plus de cent fois plus grande qu'à l'œil nu; tandis que, en général, la quantité supérieure de lumière admise par l'objectif est beaucoup plus que compensée par la puissance optique de l'oculaire.

» J'ai fait trois esquisses de la Couronne à des intervalles d'une minute, pendant lesquels sa forme a éprouvé des changements marqués. La recherche des planètes inférieures a marché d'une manière très-satisfaisante. J'ai réussi à voir l'étoile π du Lion (5e,8 grandeur), quoiqu'elle ne fût pas à plus de 50′ du Soleil. Mais il n'y a pas eu d'autre étoile visible dans

une zone écliptique de 80′ de largeur et s'étendant de 5 degrés à l'ouest, jusqu'à $3\frac{1}{2}$ degrés à l'est du bord du Soleil. Je suis convaincu que cette investigation dispense (1) de l'hypothèse que le mouvement du périhélie de Mercure résulte de l'action d'une ou de plusieurs petites planètes inférieures. Il est impossible qu'une telle planète ait un demi-grand axe excédant la moitié de celui de Mercure, et avec un dixième de la surface de Mercure, il paraîtrait aussi éclatant qu'une étoile de deuxième grandeur. J'aurais vu une étoile de sixième grandeur.

» Un de mes compagnons, M. Young, a trouvé un moyen excellent d'observer le premier contact : c'est-à-dire, en notant au spectroscope l'occultation progressive des lignes lumineuses de la chromosphère. Sa détermination, ainsi faite, ne diffère de celle obtenue en mesurant les photographies que de $0^s,3$. Il a trouvé aussi, dans le spectre de la Couronne, quatre lignes identiques avec celles de l'aurore boréale.

» Nous avons recueilli à Burlington quarante-deux représentations photographiques, dont cinq ont été prises pendant l'éclipse totale. En tout, nous avons, aux États-Unis, probablement quatre cents photographies de l'éclipse, pour lesquelles le temps est bien déterminé. »

« **M. Yvon Villarceau** croit devoir faire remarquer que la conclusion négative de M. Gould, en ce qui concerne l'existence de planètes intramercurielles, ne doit pas être interprêtée dans un sens absolu ; car il eût pu arriver qu'un ou plusieurs de ces astres fussent alors à une distance de leur conjonction supérieure ou inférieure, moindre que le demi-diamètre du Soleil. Elle laisse d'ailleurs intacte l'hypothèse d'un anneau formé de corps d'un faible volume, comme ceux qui produisent, en pénétrant dans notre atmosphère, le phénomène des étoiles filantes. »

GÉODÉSIE. — *Remarques sur les attractions locales.* Extrait de la même Lettre de **M. Gould** à M. Yvon Villarceau.

« J'ai lu avec beaucoup d'intérêt votre Communication sur les attractions locales. J'espère avoir, avant trop longtemps, encore une occasion de faire des recherches pratiques sur ce sujet qui m'a toujours offert un intérêt spécial. Je ne vois pas pourquoi nous ne devrions pas arriver à la

(1) Le texte de la Lettre contient le mot *dispose :* je pense qu'il y a ici une erreur d'écriture et que M. Gould a voulu écrire *dispense*. Y. V.

détermination de la *vraie* figure, en détail, de la surface de niveau. De telles déterminations conduiront à des résultats très-importants pour la géognosie autant que pour la géodésie. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Du rôle de l'attraction universelle et de la résistance de l'éther dans les variations de forme des comètes, à propos de la théorie cométaire de* M. Tyndall. Note de **M. Linder.** (Extrait.)

« L'observation démontre que les comètes sont des amas de matière vaporeuse, de très-faible densité, qui ont une masse ordinairement très-petite et dont le centre de gravité se meut autour du Soleil, en décrivant une ellipse excessivement allongée. Comment admettre qu'un astre ainsi constitué puisse ne pas subir l'influence des corps planétaires au milieu desquels il circule, alors qu'on voit, sur notre globe, la surface des mers éprouver une déformation si sensible par la seule action attractive de la Lune et du Soleil? Il semble donc naturel que l'on doive, avant d'aborder une théorie cométaire, étudier les relations qui peuvent exister entre la forme des comètes et leur position par rapport aux astres du système solaire. Or, en procédant à cette étude, on s'apercevra qu'à des relations semblables correspondent des formes constantes des comètes, et que, pour expliquer ces formes, deux forces suffisent : *l'attraction universelle* et *la résistance de l'éther au mouvement de la matière cométaire.*

» Et cependant la plupart des astronomes qui ont écrit sur les comètes ont négligé ces forces dès qu'il s'est agi de les appliquer aux variations de forme des comètes. Uniquement préoccupés d'une anomalie apparente, ils ont paru considérer ces astres, pour ainsi dire, comme des corps à part, auxquels les lois de la mécanique ne seraient pas entièrement applicables, et dont les aspects anormaux seraient dus à des forces ou à des propriétés de nature exceptionnelle. Ainsi Kepler, Grégory, Newton, Laplace, etc., ont doué les rayons solaires de la propriété de transporter, par leur impulsion, la matière cométaire dans la région opposée au Soleil; Biot a enlevé toute participation au mouvement des comètes aux vapeurs qui, selon lui, se produisent à la surface de ces astres, à leur passage au périhélie; Bessel et d'autres avec lui ont animé l'atmosphère solaire et celle des comètes de propriétés répulsives, etc.

» Mon but serait de prouver ici qu'il n'est pas nécessaire de recourir à des spéculations d'un caractère exceptionnel pour expliquer les formes variables des comètes.

» Un corps gazeux circulant *dans le vide* autour d'un astre focal est soumis à une double action : l'attraction de sa masse sur ses propres molécules et l'attraction de l'astre focal. S'il est à une distance du foyer telle, que cette dernière attraction s'exerce avec la même intensité sur toutes ses molécules, il prendra une forme globulaire. Mais à mesure que son mouvement de translation le rapprochera du foyer de son orbite, la force attractive focale augmentera graduellement et peu à peu exercera une action prépondérante sur les molécules de la face antérieure du corps gazeux; celles-ci se mouvront donc plus rapidement vers l'astre focal que le centre de gravité de la masse, et celui-ci plus rapidement que les molécules de la face opposée; en d'autres termes, le corps gazeux s'allongera dans la direction de son rayon vecteur, la densité en ses divers points décroissant du centre de gravité à ses extrémités. Cet allongement sera d'autant plus grand que le rapport de la masse du corps errant à celle de l'astre focal sera plus petit et que la longueur du rayon vecteur sera plus faible; de telle sorte que, si le premier est un infiniment petit, l'allongement pourra devenir infiniment grand au moment du passage du corps gazeux au périhélie, la densité du corps faiblissant elle-même au delà de toute expression.

» Or ce que je viens de dire d'un corps gazeux s'applique évidemment aux amas cométaires, quelle qu'en soit la nature matérielle.

» Considérons maintenant une comète circulant *dans l'éther* autour du Soleil, et voyons de quelle façon seront modifiées les conséquences qui précèdent par la résistance opposée par l'éther que les recherches de M. Encke ont mise hors de toute contestation.

» Quand la comète est en un point de son orbite où l'angle formé par le rayon vecteur avec la tangente est un minimum, son allongement a lieu à peu près dans le sens de son mouvement. Dans cette position, la partie de la comète faisant face au Soleil est donc soumise à l'action de deux forces antagonistes : d'une part l'attraction solaire, qui tend à produire l'expansion de la comète vers le centre d'attraction; d'autre part, la résistance de l'éther et l'attraction de la masse cométaire, qui combattent cette tendance à l'expansion. Selon que l'une ou l'autre de ces forces est prédominante, la comète a deux queues de sens opposés, dont l'une plus petite que l'autre, ou n'en a qu'une à l'opposite du Soleil, et, dans ce dernier cas, le noyau de l'astre est lui-même excentrique vers le Soleil ou en sens opposé, suivant l'énergie du refoulement de la matière cométaire produit par la résistance de l'éther.

» A mesure que la comète se rapproche ensuite du Soleil, sa vitesse augmente en raison inverse de la racine carrée du rayon vecteur; par conséquent la résistance de l'éther va constamment en croissant (1). Donc la compression de la tête de la comète, non-seulement persiste en approchant du périhélie, mais encore devient de plus en plus forte, ce qui conduit à cette conséquence que le diamètre de la tête de la comète doit diminuer à mesure que l'astre s'approche du Soleil et augmenter à mesure qu'il s'en éloigne. C'est la loi d'Hévélius.

» En arrière de la comète, la queue suit le mouvement des rayons vecteurs dans leurs positions successives, c'est-à-dire que l'angle qu'elle fait avec l'orbite augmente à mesure que l'astre se rapproche du périhélie. Le mouvement qu'elle exécute pour passer d'une position à la position infiniment voisine peut être décomposé en deux autres : un mouvement de rotation autour de l'ancienne position du noyau, et un mouvement de translation le long de l'élément linéaire qui relie les deux positions successives de l'astre sur son orbite. Il en résulte que la matière cométaire de la queue est animée d'une vitesse de rotation d'autant plus grande qu'elle appartient à une partie plus éloignée du noyau, et par conséquent que la résistance de l'éther à son mouvement croît de la tête de la comète à l'extrémité de sa queue. Comme en outre la densité de la matière cométaire est plus faible loin du noyau que dans les parties qui en sont plus rapprochées, la queue de la comète doit incliner vers la région qu'elle vient de quitter, et cette déviation est d'autant plus forte qu'on considère des points plus éloignés de la tête. Les différences de déviation à diverses distances du noyau pourront même être telles quelquefois, surtout près du périhélie, que la queue, dans son ensemble, en acquière une courbure très-sensible.

» On voit que sir John Herschel, cité par M. Tyndall, a eu tort de dire : « Il est évident que si nous avons affaire ici à de la matière telle que nous » la concevons, c'est-à-dire douée, à quelque degré que ce soit, d'inertie, » cette matière doit être sous l'empire de forces incomparablement plus » énergiques que celles de la gravitation et d'une nature toute différente... » Cette question de la matérialité des queues des comètes ne s'impose jamais

(1) Il importe de remarquer ici qu'il s'agit d'une matière d'une densité excessivement faible, se mouvant dans une atmosphère de densité plus faible encore. Il faut donc y appliquer les principes théoriques relatifs à l'action mécanique d'un courant gazeux lancé dans une atmosphère tranquille de densité plus faible.

» plus à notre attention que lorsque nous réfléchissons à la courbe énorme
» qu'elles décrivent autour du Soleil dans leur périhélie, à la façon d'une
» verge droite et rigide, sans tenir compte des lois de la pesanteur, ni même
» de celles du mouvement. »

» L'erreur de l'illustre astronome provient de ce qu'il n'a tenu compte que de l'apparence; il a oublié que, puisque la densité de la matière cométaire décroît indéfiniment de la tête à l'extrémité de la queue de la comète, il s'établit une sorte de compensation entre l'accroissement de la vitesse et la diminution de la densité, de sorte que l'accroissement de force vive développée à chaque instant par la comète, considérée dans son ensemble, n'est en définitive à très-peu près que ce qu'il serait si toute la masse cométaire était concentrée à son centre de gravité.

» Lorsque la comète a deux queues, il est facile de déduire, des considérations qui précèdent, que la queue ordinaire devra être plus longue que celle tournée vers le Soleil; que les deux seront inclinées en sens contraire du mouvement, et par conséquent que leurs axes formeront entre eux un angle obtus dont le sommet sera dirigé vers le foyer de l'orbite. C'est le cas de la comète de 1823.

» La forme de la queue varie avec sa grandeur: selon la densité de la matière qui la constitue et qui, quoique infiniment petite, peut cependant varier entre des limites très-étendues; selon la distance de la comète au Soleil et la distance-périhélie de l'orbite, la queue ou présente la forme d'une sorte de cône dont la base repose sur la tête de la comète, ou bien est cylindrique, ou, s'éparpillant dans l'espace, se développe en éventail. Quelle que soit la forme qu'elle prend, la pression que l'éther exerce sur elle pendant son déplacement détermine sur tout son contour une agglomération de la matière cométaire qui rend ce contour plus lumineux que les parties centrales. Cette agglomération est maximum du côté vers lequel le mouvement s'opère.

» En résumé, d'après ce qui précède, les comètes, dans leur translation autour du Soleil et sous la seule influence de cet astre, doivent présenter les phénomènes suivants. Quand elles sont plongées dans les régions les plus éloignées de notre système planétaire, elles sont à l'état de masses vaporeuses de forme globulaire. A mesure qu'elles se rapprocheront du Soleil, une intumescence s'y produit dans la direction de cet astre; en général cette intumescence se développera à l'opposé du Soleil, grandira peu à peu et finira par prendre la forme d'une queue immense; celle-ci, plus lumineuse sur les bords qu'en son milieu, inclinera toujours vers les régions qu'elle

aura quittées et quelquefois acquerra une courbure très-sensible. En même temps, la tête dont le noyau sera excentrique tantôt vers le Soleil, tantôt en sens opposé, se rétrécira et atteindra son minimum au périhélie.

» Les mêmes principes permettent d'expliquer la plupart des formes anormales que les comètes ont présentées dans quelques cas. Il suffit, à cet effet, de supposer que la comète se meut dans la zone d'influence d'un ou de plusieurs corps planétaires. »

PHYSIQUE. — *Note sur les maxima de force des électro-aimants*; *par* **M. Th. du Moncel.**

« Le maximum de force dont un électro-aimant est susceptible est, comme on le sait, obtenu, par rapport à l'action électrique du courant, *lorsque la résistance de son hélice magnétisante est égale à celle du reste du circuit dans lequel il est interposé.*

» Cette proposition, qui résulte des lois des maxima, et qui se démontre par le calcul différentiel, en prenant la dérivée de l'expression $\frac{E^2 t}{(R+t)^2}$ (laquelle représente la force d'un électro-aimant), et en l'égalant à zéro, *n'est pas toujours vraie*, et, pour qu'on puisse bien se pénétrer de ce qui va suivre, nous allons commencer par déduire la proposition précédente du simple raisonnement : trop souvent le calcul, qui est un instrument précieux pour fournir d'une manière expéditive des *déductions*, fait perdre de vue les causes qui y conduisent; de sorte que, si ces causes varient, on ne peut prévoir les modifications qui peuvent en résulter dans le résultat définitif que l'on obtient.

» Comme je viens de le dire, la force d'un électro-aimant est représentée par la formule $\frac{E^2 t}{(R+t)^2}$, dans laquelle $\frac{E^2}{(R+t)^2}$ représente le carré de l'intensité du courant, et t le nombre de spires de l'hélice magnétisante. Cette dernière quantité figure au dénominateur de l'expression précédente, parce qu'on suppose l'unité de résistance représentée par un tour de spire, et que t exprime, par conséquent, la résistance de l'hélice, ou, si l'on veut, la *résistance utile* du circuit. Or, pour peu que l'on considère cette expression, on ne tarde pas à reconnaître qu'elle est susceptible d'un maximum; car, si l'on suppose la résistance t assez petite pour disparaître devant R, la force de l'électro-aimant augmente presque proportionnellement à t; mais à mesure que t augmente, cet accroissement de force diminue de plus en plus de rapidité, et quand t a dépassé R au point de l'effacer dans la valeur

totale R + t, la résistance ayant augmenté dans un rapport plus grand que la puissance, la force, au lieu d'être augmentée, est devenue moindre.

» C'est donc à l'accroissement de la résistance du circuit par suite de l'introduction de l'électro-aimant, accroissement dont les effets nuisibles se développent plus rapidement que les effets utiles, que le maximum de force des électro-aimants est dû. Dès lors, il devient facile de déduire les conditions de ce maximum, en groupant ensemble les quantités de même nature et en les calculant en fonction l'une de l'autre. En procédant ainsi, et en représentant par q le coefficient par lequel il faut multiplier R pour rendre cette quantité égale à t, la formule précédente devient

$$\frac{E^2}{\frac{R(q+1)^2}{q}}.$$

Or il est facile de voir que cette expression atteint son maximum quand $q = 1$, ou, ce qui revient au même, quand $R = t$.

» En effet, dans le cas où $q = 1$, le dénominateur de l'expression précédente devient $4R$; au contraire, quand on fait $q > 1$ ou < 1, cette valeur $4R$ augmente, car elle devient alors, pour $t = Rq$ et $t = \frac{R}{q}$,

$$R\left(4 + \frac{(q-1)^2}{q}\right).$$

» Si l'on a bien saisi le raisonnement qui précède, on voit que ce maximum dépend, non-seulement de la résistance du circuit, mais encore de l'intensité du courant, puisque c'est par suite de l'élévation au carré de l'expression qui la représente que l'effet nuisible croît plus vite que l'effet utile. Or, dans un circuit soumis à des dérivations, cette intensité, considérée par rapport à la pile et *à la résistance totale du circuit, augmente*, et, par suite, pour une intensité donnée, *la résistance totale devient moindre* que celle du circuit métallique. Pour satisfaire aux conditions de maximum que nous avons posées, et en même temps *pour empêcher le courant de trop prédominer dans les dérivations*, il faudra donc réduire la résistance de l'électro-aimant, d'une quantité en rapport avec la facilité qui a été donnée au courant pour s'écouler en dehors du circuit, c'est-à-dire *dans le rapport même que la résistance totale du circuit s'est trouvée réduite par l'effet des dérivations*. Si nous représentons cette résistance totale par ρ, on pourra donc poser

$$t' : x :: R : \rho,$$

d'où

$$x = \frac{\rho t}{R}.$$

» Mais comme $t = R$, pour être dans les conditions de maximum, x devra être égal à ρ ou à la résistance totale.

» Dans un Mémoire présenté à la Société des Sciences naturelles de Cherbourg, dans sa séance du 20 juin 1860, j'ai démontré que, si l'on représente par a la résistance moyenne de chaque dérivation (y compris la partie de la ligne qui lui est commune), par l la longueur de la ligne et par d le nombre des dérivations (lesquelles se manifestent à chaque poteau de la ligne), la résistance totale de toutes ces dérivations, en raison de l'énorme valeur de a, peut être représentée par $\frac{a}{d}$; de sorte que la résistance totale du circuit, dans les conditions les moins défavorables des dérivations, doit avoir pour valeur

$$\frac{l}{1 + \frac{ld}{a}}.$$

» Dans cette expression, la quantité a est constante et représente, dans les conditions ordinaires des lignes télégraphiques en service depuis longtemps, 1 500 000 000 de mètres de fil télégraphique de 4 millimètres de diamètre. La quantite d dépend de la quantité l et de l'espacement des poteaux, espacement qui est, en moyenne, de 75 mètres.

» En discutant cette expression, nous allons découvrir *une conséquence nouvelle et inattendue,* qui peut avoir une grande importance dans la pratique télégraphique.

» Si l'on recherche dans quel rapport croît la résistance exprimée dans la formule ci-dessus, à mesure qu'on allonge le fil de la ligne l, on trouve, pour ce rapport :

» 1° Si l'on compare seulement les résistances métalliques,

$$\frac{l}{l'};$$

» 2° Si l'on compare ces mêmes résistances avec dérivations,

$$\frac{l}{l'} \times \frac{(a + d'l')}{(a + dl)},$$

ou, en représentant par p la distance entre les points de dérivation du courant,

$$\frac{l}{l'} \times \frac{pa + l'^2}{pa + l^2}.$$

» Or nous voyons que, tandis que le rapport des résistances métalliques croît comme la longueur de la ligne, celui des résistances avec dérivations croît comme ce rapport multiplié par une quantité qui tend à l'amoindrir et à le rapprocher de l'unité, et cela d'autant plus que les valeurs de l et de l' sont plus grandes. *Il devra donc arriver un moment où ces résistances (avec dérivations) ne croîtront plus du tout, et même deviendront de plus en plus petites, si l'on continue d'augmenter la longueur de la ligne;* et cette limite sera atteinte quand le rapport précédent sera devenu égal à 1, c'est-à-dire quand

$$l(pa + l'^2) = l'(pa + l^2),$$

ou quand

$$ll' = pa.$$

» Le produit pa étant une quantité constante qui, dans l'hypothèse d'un écartement de 75 mètres entre les poteaux télégraphiques, représente 112 500 000 kilomètres de fils télégraphiques, il devient facile d'apprécier la valeur du produit ll'; mais comme l'équation précédente peut être satisfaite par différentes valeurs de l et l', celles de ces valeurs qui donneront la limite répondront à $l = l'$. Dès lors

$$ll' = l^2 \quad \text{et} \quad l = \sqrt{pa}.$$

On peut donc conclure que *le maximum de la résistance totale d'une ligne télégraphique soumise à des dérivations sera atteint quand sa résistance métallique sera égale à la racine carrée de* pa, *c'est-à-dire à* 385410 *mètres. Cette résistance totale sera alors, par le fait,* 167708 *mètres, soit en nombre rond* 168 *kilomètres.*

» On voit donc par là que les bobines de 200 kilomètres, généralement adoptées par les administrations télégraphiques comme *bobines de grandes résistances*, sont toujours trop résistantes et qu'elles ne doivent jamais dépasser 168 kilomètres, quelle que soit la longueur du circuit dans lequel elles sont interposées.

» M. Hughes, l'auteur du fameux télégraphe imprimeur, avait été conduit par l'expérience à cette déduction et avait même fixé comme limite, pour un circuit de 500 kilomètres, une résistance de 120 kilomètres; mais les lignes sont aujourd'hui mieux isolées qu'elles ne l'étaient à l'époque de ces expériences.

» Les réductions numériques des résistances métalliques de 500 et de 200 kilomètres peuvent fournir une preuve de ce que nous avons avancé.

Ainsi la résistance totale d'une ligne de 500 kilomètres, calculée d'après notre formule, n'est que de 155 169 mètres; celle de la ligne de 200 kilomètres, de 147 550 mètres. Or ces deux quantités sont inférieures à celle qui représente la résistance de 335 410 mètres (résistance limite), et qui est, comme on l'a vu, 167 708 mètres. »

PHYSIQUE. — *Sur les effets électriques produits par la dissolution des sels dans l'eau.* Note de **M. F.-M. Raoult**, communiquée par M. Jamin.

« Diverses considérations ont fait admettre, depuis longtemps déjà, que la dissolution d'un sel dans l'eau est un phénomène complexe où l'on peut distinguer :

» 1° La *fusion* ou *désagrégation* du sel, qui absorbe de la chaleur;

» 2° La *diffusion* des molécules salines dans l'eau, qui absorbe aussi de la chaleur;

» La *combinaison* du sel avec l'eau, qui dégage de la chaleur.

» Ces actions, qui diffèrent par leurs effets calorifiques, diffèrent sans doute profondément par leur nature; on peut donc se demander si toutes ou quelques-unes seulement sont susceptibles de produire un mouvement électrique.

» La désagrégation chimique d'un sel peut-elle produire de l'électricité? Non, probablement. Il résulte clairement, en effet, des expériences de Pouillet (*Annales de Chimie et de Physique;* 1827, t. XXXVI) que la vaporisation de l'eau et de divers liquides volatils sans décomposition ne produit jamais d'électricité statique; et, d'un autre côté, il résulte de mes expériences (*Comptes rendus*, 15 mars 1869) que la désagrégation chimique des métaux ne peut produire d'électricité voltaïque. Ainsi, dans les circonstances très-diverses où l'on a opéré, les changements d'état des corps n'ont jamais dégagé d'électricité, et il n'y a, ce me semble, aucune raison de penser que la désagrégation des sels, au moment où ils se dissolvent, doive agir d'une autre manière. Ainsi il y a lieu de croire que *le changement d'état d'un sel ne produit pas d'électricité.*

» La diffusion d'un sel dans l'eau peut-elle en prodnire? Je ne le pense pas. Bien qu'à ma connaissance aucune expérience n'ait été faite en vue de décider la question, il ne peut pas y avoir beaucoup d'incertitude à ce sujet. La diffusion semble être une action de même ordre que la désagrégation chimique, et consister, comme elle, dans un écartement des molécules semblables. Comme la désagrégation, la diffusion absorbe de la cha-

leur, et, vraisemblablement, l'analogie ne s'arrête pas là. On peut donc admettre, jusqu'à preuve du contraire, que, de même que la désagrégation, *la diffusion ne produit pas d'effet électrique.*

» Quant à la combinaison du sel avec l'eau, elle produit certainement de l'électricité. Les recherches de Pouillet (*loc. cit.*) ne laissent guère de doute à cet égard. Il est vrai que les expériences que ce physicien a faites sur les solutions salines ont donné lieu à quelques critiques; mais celles qu'il a faites sur les solutions d'acide sulfurique, d'acide acétique et d'ammoniaque paraissent encore à l'abri de toute objection sérieuse. De mon côté, j'ai montré (*Comptes rendus*, 9 mai 1853) qu'un courant électrique traversant une solution saline la décompose lentement, de manière à amener l'*eau* à la surface d'un électrode, et le *sel* à la surface de l'autre; d'où il suit nécessairement que *l'action inverse*, c'est-à-dire *la combinaison d'un sel avec l'eau, peut produire un courant électrique.*

» S'il en est réellement ainsi, la force électromotrice produite par l'action d'un métal sur la solution d'un sel de ce métal doit être d'autant plus grande que cette solution est plus étendue, pourvu toutefois que la nature de l'action chimique puisse rester la même. Alors, en effet, le sel nouveau qui résulte de l'action chimique, se combinant immédiatement avec une plus grande quantité d'eau, dégage plus d'électicité; et cet effet ne peut être détruit par le changement d'état ou la diffusion du sel, puisqu'ils sont incapables d'engendrer le mouvement électrique. L'expérience démontre qu'il en est effectivement ainsi. Dans tous les éléments du type Daniell, on voit la force électromotrice augmenter quand on ajoute l'eau à la solution saline qui baigne le métal attaqué, et diminuer, pour la même raison, quand on ajoute l'eau à la solution qui baigne l'autre métal. Dans plusieurs cas, cet effet est lent à se manifester, comme M. J. Regnault (*Annales de Chimie et de Physique*, t. LXIV, 3e série) l'a vu le premier; c'est particulièrement ce qui arrive avec le *zinc, dans le sulfate de zinc*, sans doute parce que, le métal étant très-facilement attaqué, la couche du liquide qui adhère à la surface reste toujours, malgré l'affusion de l'eau, à un grand degré de concentration. Mais ce physicien a constaté lui-même que, pour les autres *demi-éléments*, la force électromotrice augmente à mesure qu'on emploie des solutions salines plus étendues; c'est ce qui résulte nettement des nombres suivants, empruntés à son Mémoire :

		Force électromotrice.
+ Cadmium; Cd, SO^4 saturé = 1	— Zinc; Zn, SO^4 saturé ...	55
+ Cadmium; Cd, SO^4 étendu = $\frac{1}{100}$	— »	45
+ Cuivre; Cu, SO^4 saturé = 1	— Zinc; Zn, SO^4 saturé ...	175
+ Cuivre; Cu, SO^4 étendu = $\frac{1}{50}$	— »	182

» J'ai vérifié l'exactitude de ces faits (*Thèses de la Faculté de Paris;* mai 1863); j'ai même fait remarquer qu'ils expliquent tout naturellement l'affaiblissement qu'on observe, dans la force électromotrice de ces sortes d'éléments, quand le courant devient très-intense, puisqu'alors le degré de concentration augmente à la surface du métal attaqué, et diminue à la surface du métal réduit. J'ai vu de plus (*Ibidem*) que le *platine, dans le chlorure de platine*, produit aussi une force électromotrice d'autant plus grande que la solution saline est plus étendue, et, récemment, j'ai constaté le même fait pour le *plomb, dans le nitrate de plomb*, et pour l'*argent, dans le nitrate d'argent*. J'ai trouvé, par exemple (pour Daniell = 100) :

		Force électromotrice.
+ Argent; Ag, AzO^6 saturé = 1	— Cuivre; Cu, SO^4 saturé...	46
+ Argent; Ag, AzO^6 étendu = $\frac{1}{10}$	— » ...	42

» Ainsi, le fait est général et conforme aux prévisions : *L'action d'une solution saline, sur une lame du métal de la base, produit une force électromotrice d'autant plus grande que la solution est plus étendue.*

» Il est curieux de remarquer que, dans les éléments ci-dessus, la quantité de *chaleur voltaïque* (ou chaleur produite par le courant) varie en sens inverse de la *chaleur totale* dégagée par l'action chimique. On le voit aisément quand, pour simplifier, on suppose que le degré de concentration varie seulement du côté du métal attaqué. Alors si la solution est saturée, le sel nouveau formé à la surface du métal cristallise, tandis que si la solution est étendue, ce sel se dissout en absorbant de la chaleur. Ainsi, avec une solution saturée, la *chaleur totale* dégagée est plus grande qu'avec une solution étendue, tandis que la *chaleur voltaïque* (comme la force électromotrice dont elle dépend) est, au contraire, plus faible; et il résulte nécessairement de là, pour les éléments du type Daniell, une différence entre la *chaleur totale* et la *chaleur voltaïque*. Cette différence existe en effet, ainsi que je l'ai fait voir (*Comptes rendus*, 14 septembre 1863), et elle se produit dans le sens indiqué par la théorie (*Comptes rendus*, 16 novembre 1868).

» Ces faits et ceux que j'ai énoncés ci-dessus s'accordent donc, malgré leur variété et leur diversité d'origine, pour établir la conclusion suivante :

» *Au point de vue de l'aptitude à produire de l'électricité, il y a deux parts à faire dans les actions chimiques accomplies dans les piles : l'une, composée des actions exercées entre molécules dissemblables (combinaisons et décompositions) qui peuvent produire de l'électricité; l'autre, composée des actions exercées entre molécules semblables (désagrégation, diffusion, et effets inverses) qui sont incapables d'en produire.* »

CHIMIE. — *Condensation dans le nickel de l'hydrogène naissant;* *par* **M. F.-M. Raoult.**

« On sait, par les expériences de l'illustre Graham, qu'un fragment de palladium servant d'électrode négatif dans un voltamètre à eau se charge peu à peu d'une grande quantité d'hydrogène, et qu'il abandonne spontanément une partie considérable de cet hydrogène, après que le courant a cessé. J'ai trouvé que le nickel poreux se comporte d'une manière analogue.

» On trouve souvent, dans le commerce, le nickel sous la forme de pains affectant à peu près la forme de cubes de 1 centimètre de côté environ. Ces pains sont poreux; une goutte d'eau déposée à leur surface pénètre dans l'intérieur, aussi promptement que dans un morceau de plâtre sec; le volume des pores est d'ailleurs considérable et représente à peu près la moitié du volume total. Ce nickel, lorsqu'on l'emploie pendant douze heures comme électrode négatif dans un voltamètre à eau, peut condenser au moins cent soixante-cinq fois son volume d'hydrogène; et si, lorsqu'il est ainsi chargé d'hydrogène, on le retire du circuit pour le plonger sous l'eau, il dégage en deux ou trois jours *la totalité* de l'hydrogène absorbé.

» Le même morceau de nickel peut servir à une deuxième, à une troisième expérience; sa faculté de condenser l'hydrogène et de le dégager ensuite, loin de diminuer, paraît plutôt augmenter par l'usage. Néanmoins, il ne peut guère servir à plus de cinq expériences de ce genre, à cause d'une circonstance singulière : pendant qu'il condense et dégage ainsi de l'hydrogène, le nickel éprouve une modification moléculaire profonde; il devient dans toute sa masse grenu, friable, et finalement il tombe en poussière au fond des vases où l'on opère.

» J'ai pensé un moment que, peut-être, l'hydrogène dégagé par le nickel ne préexistait pas dans ce métal, mais qu'il provenait de la décomposition

de l'eau par certains métaux alcalins isolés dans ses pores par le courant. Pour savoir si cette supposition était fondée, j'ai repris les mêmes expériences sur d'autres pains de nickel qui, pendant plus d'un mois, étaient restés suspendus dans un volume considérable d'eau acidulée pure. Ces pains ne contenaient pas trace de sels alcalins ou terreux, ainsi que je m'en suis assuré par l'analyse; cependant, traités comme les précédents, ils ont donné lieu exactement aux mêmes phénomènes.

» Le nickel employé n'était pas pur, il avait la composition suivante :

$$\text{Nickel } 88,4 + \text{Cuivre } 8,1 + \text{Fer } 2,7 + \text{Arsenic } 0,8 = 100.$$

» Un fragment de nickel qualifié pur, tout à fait exempt d'arsenic et de cuivre, mais poreux également, s'est comporté de la même manière.

» La mousse de platine et le charbon, soumis au même traitement, n'ont pas dégagé d'hydrogène après la rupture du circuit.

» Le *nickel poreux* jouit donc, par exception, de la propriété de condenser l'hydrogène naissant et de le dégager ensuite; quant au *nickel compacte*, il ne fait rien de pareil. Il est aisé d'en faire l'expérience. On prend un cube de nickel poreux, apte à condenser l'hydrogénium; on le recouvre galvaniquement d'une couche de nickel pur dans une solution de sulfate de nickel, puis on l'emploie pendant douze heures comme électrode négatif dans un voltamètre à eau; enlevé ensuite, et plongé sous l'eau pendant plusieurs jours, il ne dégage pas une quantité de gaz appréciable.

» On doit croire cependant que le nickel compacte n'est pas entièrement dépourvu d'affinité pour l'hydrogénium, et que le nickel poreux doit surtout sa supériorité à l'immense développement de sa surface. En effet, lorsque dans un voltamètre à eau le nickel compacte a été polarisé par l'hydrogène, il conserve cette polarisation longtemps après que le courant a cessé et beaucoup plus longtemps que les autres métaux, le palladium excepté. Cela ne prouve-t-il pas qu'il retient l'hydrogénium à sa surface avec une énergie toute particulière?

» Les faits qui précèdent me paraissent pouvoir être interprétés de la manière suivante :

» Le nickel, à la température ordinaire, ne se prête pas à la diffusion de l'hydrogénium dans sa masse; en cela, il diffère du palladium, mais comme lui, il a une grande affinité pour l'hydrogénium; c'est en vertu de cette affinité qu'il retient l'hydrogénium à sa surface et qu'il retarde sa transformation en hydrogène ordinaire. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Analyses de soies écrues jaunes du commerce;* par M. CH. MÈNE.

« J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie les résultats d'une série d'analyses de soies écrues jaunes, que j'ai reçues de divers fabricants, et dont l'authenticité est certaine.

		Provenances.				
		Sanghaï, 1865.	Perse, 1864.	Perse, 1865.	Caspienne*, 1863.	Bengale, 1864.
Analyse élémentaire.	Carbone	0,509	«	»	»	0,497
	Hydrogène	»	»	»	»	0,052
	Azote	0,106	0,125	0,115	0,118	0,117
	Oxygène (perte)	»	»	»	»	0,216
	Eau	0,098	0,110	0,110	0,108	0,111
	Cendres	0,025	0,028	0,035	0,026	0,037
	Densité	1,706	1,713	1,717	1,710	1,709
Analyse immédiate.	Matières fibreuses	»	0,505	0,508	0,510	0,514
	solubles à l'eau	»	0,185	0,174	0,175	»
	» » à l'éther	0,016	0,021	0,020	0,025	0,018
	» » à l'ac. acétique	0,180	»	0,180	0,175	»

		Provenances.				
		Japon, 1864.	Sicile, 1866.	Espagne, 1866.	Syrie, 1863.	Turin, 1865.
Analyse élémentaire.	Carbone	0,502	»	»	0,505	0,498
	Hydrogène	»	»	»	0,045	0,048
	Azote	0,120	0,120	0,109	0,113	0,115
	Oxygène (perte)	»	»	»	0,224	0,218
	Eau	0,097	0,105	0,112	0,109	0,113
	Cendres	0,028	0,017	0,036	0,034	0,018
	Densité	1,670	1,710	1,715	1,713	1,715
Analyse immédiate.	Matières fibreuses	0,500	»	»	0,509	0,503
	» solubles à l'eau	0,182	0,180	0,176	0,182	0,178
	» » à l'éther	»	0,020	0,020	0,019	0,023
	» » à l'ac. acétique	0,177	»	0,186	»	»

* Variété dite *Andasch*.

		Provenances.					
		Suisse, 1863.	Prusse, 1864.	Privas, 1864.	Alais, 1863.	Tain, 1864.	Isère, 1863.
Analyse élémentaire.	Carbone	»	0,501	0,501	»	0,550	0,507
	Hydrogène	»	0,050	0,058	»	0,051	»
	Azote	»	0,103	0,105	0,117	0,114	0,120
	Oxygène (perte)	»	0,244	0,245	»	»	»
	Eau	0,117	0,095	0,090	0,111	0,103	0,114
	Cendres	0,025	0,017	0,022	0,027	0,029	0,026
	Densité	1,717	1,709	1,800	1,710	1,708	1,710
Analyse immédiate.	Matières fibreuses	0,500	0,510	0,510	0,505	0,502	0,500
	» solubles à l'eau	»	0,180	0,160	»	0,180	0,173
	» » à l'éther	»	0,019	0,020	0,019	0,018	0,021
	» » à l'ac. acétique	0,174	0,178	0,168	»	0,190	0,188

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Recherches sur la lydine; par* **M. P. Guyot.**

« Voulant continuer les recherches toxicologiques entreprises au sujet de la coralline, dont j'ai démontré la non-toxicité (*Comptes rendus*, t. LXIX, p. 388), j'ai essayé de préparer diverses matières colorantes, que je soupçonnais devoir me donner des résultats positifs. Parmi celles auxquelles je m'attachai le plus spécialement, il en est une, préparée au moyen d'un prussiate, qui devait, selon l'auteur, donner un rouge magnifique servant à teindre la soie et la laine. Elle s'obtient, d'après M. Stark (*Polyt. Notizblatt*, 1862, p. 78), en traitant le chlorhydrate acide d'aniline par le prussiate rouge, et le précipité par de l'acide oxalique en solution aqueuse. La matière s'obtient à l'état de pureté par neutralisation au moyen de l'ammoniaque et traitement par l'esprit de bois.

» Bien loin d'obtenir, comme M. Stark, une matière colorante rouge, j'ai vu se former, pendant la préparation, des nuances variant du bleu au violet rougeâtre. Le rouge signalé, que l'auteur nomme *tyraline*, est même assez difficile à obtenir, un rien faisant manquer l'opération et la nuance changeant facilement. Un temps d'ébullition moins long, un petit excès d'aniline, une addition d'acide tartrique ou oxalique au dissolvant rigoureusement prescrit, etc., sont des causes qui empêchent la tyraline de se produire.

» Ne pouvant obtenir cette matière colorante rouge, j'ai cherché à préparer, d'une manière certaine, un produit uniforme. Voici les proportions

que j'emploie pour obtenir un très-beau violet, auquel je donne le nom de *lydine*.

» On étend 100 grammes d'aniline dans 100 grammes d'acide chlorhydrique fumant, étendu lui-même de 120 centimètres cubes d'eau distillée, et l'on verse ce mélange dans une solution de prussiate rouge, faite dans la proportion de 9 parties de sel pour 85 d'eau (90 grammes de prussiate, 850 centimètres cubes d'eau). On porte le tout à l'ébullition pendant une heure et demie, puis on laisse refroidir; le précipité qui se forme est lavé par décantation, puis dissous dans de l'eau presque saturée d'acide tartrique ou d'acide oxalique: la matière colorante violette se forme immédiatement. Il est plus que probable que l'acide citrique produirait le même effet. Évaporée à sec, la solution violette fournit un produit pâteux, soluble dans l'eau, que je puis appeler *extrait de lydine*.

» La solution de matière colorante dans l'acide organique peut servir à teindre la soie et la laine sans mordants; le coton aluminé se charge aussi de la matière colorante. Les alcalis la précipitent de sa solution acide; on peut la purifier au moyen de l'alcool ou de l'esprit de bois. L'hyposulfite de soude précipite la matière colorante en violet bleu très-clair; l'alumine donne une laque violet-rosé.

» Les eaux mères de la préparation de la lydine peuvent encore donner un nouveau produit, lorsqu'on les sature d'acide oxalique et que l'on fait bouillir avec un peu d'acide sulfurique. Il se produit un liquide vert très-acide, en même temps qu'il se dégage de l'oxyde de carbone et du gaz carbonique; les alcalis précipitent une poudre violette, moins belle que la lydine. Ce nouveau produit jouit cependant des mêmes caractères que la matière colorante primitive.

» La lydine pure est une poudre d'un beau violet, soluble dans l'alcool, peu soluble dans l'éther et dans la benzine, insoluble dans l'eau.

» Elle est insoluble dans les huiles, mais très-soluble dans les acides gras; cette double propriété permet donc de l'employer à la recherche des huiles falsifiées avec l'acide oléique. L'essai se fait facilement en chauffant dans un tube à réactif avec quelques gouttes de lydine alcoolique : par refroidissement, une huile falsifiée sera colorée en violet, tandis que, dans le cas contraire, la matière colorante se dépose au fond du tube. La stéarine dissout aussi la lydine et se colore depuis le lilas clair jusqu'au violet foncé : on peut donc s'en servir pour confectionner des bougies colorées.

» J'arrive de suite à une propriété curieuse de la lydine, que je m'empresse de signaler à la connaissance des chimistes. Lorsqu'on mêle une so-

lution alcoolique de lydine en contact avec un sirop artificiel préparé au moyen de glucose et d'acide tartrique ou citrique, on obtient un mélange qui rappelle, à s'y méprendre, le sirop de mûres. Cette propriété, utilisée, serait une véritable fraude que l'on doit signaler. Voici quelques réactions qui permettront de différencier le sirop artificiel.

» Les acides sulfurique, nitrique et muriatique donnent une réaction très-nette : si dans un tube à réaction on place quelques centimètres cubes du sirop à examiner, étendu d'un peu d'eau distillée, puis que l'on laisse couler le long des parois quelques gouttes d'acide, il se forme trois couches distinctes. La couche inférieure formée par l'acide est blanche, tandis que la couche supérieure conserve la nuance du sirop. Quant à la couche intermédiaire, elle prend une teinte bleue très-prononcée. Par l'agitation du tube, tout le liquide devient bleu; l'addition d'un alcali fait passer la teinte au blanc.

» Le sirop artificiel se décolore par l'hydrogène naissant et donne un précipité violet-rose avec le carbonate de potasse.

» L'amidon absorbe la lydine en solution alcoolique, pour donner des poudres colorées susceptibles de servir dans la papeterie et la lithographie.

» La lumière monochromatique altère peu la lydine ou ses solutions et ses composés; quant à la flamme mono-iodique, elle n'agit aucunement sur les mêmes produits.

» La nouvelle matière colorante partage avec les violets de Parme, de dahlia et d'Hoffmann, la propriété de ne pas être altérée par les carbonates alcalins, lorsqu'on opère avec une étoffe colorée.

» L'ammoniaque n'agit pas sur la soie colorée à la lydine; cette propriété n'est pas partagée par les quatre violets précédents.

» Il est inutile de donner le détail des expériences que j'ai entreprises, pour me rendre compte de la toxicité de la lydine; je conclurai simplement :

» 1° Que la lydine est vénéneuse lorsqu'elle est introduite dans l'économie animale;

» 2° Qu'elle l'est aussi lorsqu'elle est mise en contact direct avec le sang;

» 3° Que je n'ai pu remarquer d'accidents du genre de ceux qui ont été décrits au sujet de la coralline, lorsque je l'ai employée à l'état de teinture, tant sur soie que sur laine;

» 4° Que la lydine agit comme un prussiate faible;

» 5° Que le sirop de mûres artificiel est vénéneux et par cela même doit être interdit, comme les sirops colorés à la fuchsine. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Apparition d'une aurore boréale sur l'horizon de Paris, le 6 octobre 1869.* Note de **M. Chapelas.**

« Dans la nuit du 6 octobre, nous avons pu constater, pour la quatrième fois cette année, la présence d'une aurore boréale sur l'horizon de Paris.

» Vers 10 heures, une clarté tout à fait anormale et parfaitement visible, malgré de nombreux stratus, illuminait la partie nord-ouest du ciel.

» A $10^h 30^m$, parut un large rayon d'un beau rouge, s'élevant jusqu'à la tête du Dragon. A ce moment, le phénomène, concentré dans la direction du méridien magnétique, s'étendait entre η de la Grande Ourse et la constellation d'Hercule, environ 35 degrés d'amplitude.

» Cette aurore, tout à fait partielle et très-incomplète, puisque l'observation des arcs n'était pas possible, ne fut, jusqu'à $11^h 25^m$, heure de sa complète disparition, qu'une succession rapide, instantanée, de petits rayons rougeâtres, qui, s'effaçant aussitôt, donnaient naissance à des amas disséminés de matière diffuse, d'un beau vert tirant sur le bleu; cette nuance, très-éclatante d'abord, était elle-même remplacée aussitôt par une teinte rouge-sang, très-remarquable et très-persistante.

» Si le phénomène n'a pas été remarquable par son éclat, il a du moins présenté un grand intérêt par son mouvement de translation de l'ouest vers l'est, et par l'opposition rencontrée par les rayons au moment de leur formation. Il semblait, en effet, qu'un obstacle puissant, venant du sud et régnant à cette hauteur, vînt gêner l'aurore dans son extension verticale. »

MÉTÉOROLOGIE. — *De la phosphorescence de la mer, comme pronostic du temps, et spécialement comme signe précurseur des orages.* Note de **M. C. Decharme.** (Extrait.)

« La phosphorescence de la mer sur nos côtes est bien plus fréquente qu'on ne le croit communément. Dans l'intervalle du 9 au 29 septembre dernier, j'ai pu observer trois fois ce splendide phénomène sur les côtes de la Bretagne, et particulièrement dans la soirée du 9 septembre, qui a été suivie d'un orage très-violent et de perturbations atmosphériques considérables, comme le prouvent les tempêtes du 10 au 15 du même mois, et surtout celle du 12, si désastreuse sur bien des points.

» Je décrirai d'abord le phénomène observé le 9 septembre au Pouliguen

(entre Saint-Nazaire et le Croisic). Après une journée assez chaude relativement aux précédentes et par un vent très-faible du sud, la mer parut phosphorescente dès $7^h 45^m$ du soir; à 9 heures, le phénomène avait atteint un grand éclat : le spectacle était admirable. Quoique la nuit ne fût pas obscure (peut-être à cause de la phosphorescence même, car la lune était bien nouvelle et le ciel couvert d'épais nuages), on distinguait à 200 ou 300 mètres de distance la lueur phosphorescente, lorsque les vagues venaient se briser contre la jetée. Le ciel était orageux à l'est, où des éclairs lointains brillaient par intervalles à l'horizon.

» La marée était descendante. Le sable humide de la plage, près de la surface ou en dessous, même à la distance de 3 ou 4 mètres au-dessus de la zone envahie récemment par les flots, contenait lui-même de nombreux points phosphorescents. La pression de ce sable à la main ou sous les pieds le rendait étincelant. En agitant l'eau avec la main, on apercevait des centaines de points brillants, qui remontaient lentement à la surface du liquide. Enfin, j'ai remarqué de temps à autre, à 30 ou 40 centimètres de profondeur, sous la vague, des points phosphorescents isolés, fixes et d'une étendue assez considérable relativement aux autres points hors de l'eau.

» J'ai recueilli de cette eau phosphorescente. Le flacon de verre qui la contenait paraissait entièrement lumineux lorsqu'on l'agitait. Après quelques instants de repos, la surface seule et la partie vide du vase restaient phosphorescentes; puis, quelques secondes après, tout rentrait dans l'obscurité, pour briller par le plus léger ébranlement de la table sur laquelle le flacon était posé. Pendant toute la soirée du 9 septembre, il était impossible de tenir à la main ce flacon sans qu'il se produisît au moins un cordon brillant et circulaire contre la paroi, à la surface du liquide. Cette eau de mer, ainsi conservée dans un flacon bouché, est restée phosphorescente (par agitation) pendant près d'un mois; mais le nombre des points lumineux, la vivacité et la durée de leur éclat sont allés en diminuant de jour en jour, à peu d'exceptions près. Le 7 octobre, elle a encore donné des signes de phosphorescence après un voyage de 40 lieues, c'est-à-dire après une agitation prolongée.

» Les animalcules qui brillaient ainsi dans l'obscurité étaient très-rapprochés les uns des autres, très-petits et à peu près sphériques. J'ignore s'ils appartenaient à l'espèce *nocticula miliaris* ou à l'espece *nereis nocticula;* mais ils n'étaient pas vermiformes, comme on les a vus quelquefois, notamment en 1866. Ils étaient assez gros pour être visibles, dans le jour, avec un petit microscope grossissant quarante fois en diamètre. Ils apparaissaient

alors comme de petites lentilles de 2 à 4 millimètres, plus diaphanes au centre que vers la périphérie. A mon retour à Angers, le 1er octobre, j'ai vainement cherché à voir ces infusoires avec un microscope d'un plus fort grossissement : presque tout était décomposé; on ne voyait plus que des amas globulaires comme de très-petits œufs de poisson. Néanmoins, il restait encore quelques points phosphorescents que je n'ai pu saisir et mettre sous le microscope.

» Revenons maintenant aux phénomènes qui suivirent cette phosphorescence, remarquable pour nos climats; le même soir, 9 septembre, vers minuit, l'orage éclata tout à coup avec fracas, accompagné de violentes bourrasques. (Il est à remarquer qu'en ce moment toute la partie vide du flacon d'eau phosphorescente paraissait spontanément en feu.) Puis, un coup de tonnerre extrêmement fort et très-court ébranla les vitres. Le lendemain, on apprit que la foudre était tombée dans le voisinage, sur des buissons qu'elle a brûlés. Des éclairs très-vifs continuèrent à briller presque sans interruption, mais sans tonnerre. Le vent souffla encore violemment pendant quelques heures, et la mer devint très-forte.

» Il y eut donc, le 9-10 septembre, une grande perturbation dans l'atmosphère, car, à partir de cette époque, régnèrent des vents violents d'ouest-sud-ouest et des tempêtes fréquentes; celle de la nuit du 11 au 12 a été terrible et d'une durée presque continue de douze heures au Pouliguen. On sait quels dégâts elle a causés sur les côtes de l'Océan et de la Manche, en Angleterre et en France. L'équinoxe proprement dit s'est passé sans grande modification atmosphérique.

» Le 27 du même mois, la journée ayant été assez chaude et le ciel couvert de nuages très-considérables, dépourvus toutefois d'un caractère orageux, j'observai la mer dès le commencement de la nuit, et je vis qu'elle était phosphorescente, mais à un degré incomparablement plus faible que précédemment. Le lendemain, le ciel resta couvert durant tout le jour.

» Enfin le 29, la mer fut encore phosphorescente un peu plus que le 27. Le lendemain 30, à midi, un orage assez fort éclatait.

» Dans les trois cas qui viennent d'être relatés, l'intensité de la phosphorescence de la mer a été en parfait rapport avec la proximité et la violence de l'orage correspondant, dont elle a été le signe précurseur non équivoque. Sans prétendre tirer de là une conclusion générale, je ferai cependant temarquer qu'en dehors des trois dates précitées, il n'y eut ni phosphorescence, ni orages, ni changements de temps notables, dans la localité ou dans le voisinage.

» La cause de la phosphorescence de la mer est permanente et le phénomène ne varie que dans son intensité. En effet, si l'on prend de l'eau de mer un jour quelconque où elle ne paraît pas phosphorescente à la plage, on trouve, comme j'en ai fait plusieurs fois l'expérience, qu'il y a en tout temps (du moins dans la saison chaude, saison des orages) un nombre plus ou moins grand d'animalcules phosphorescents, nombre variable selon l'état de l'atmosphère. Pour prouver leur existence et évaluer approximativement leur nombre, il suffit, quand ils ne sont pas spontanément lumineux par légère agitation, ce qui est rare, de les exciter en versant dans le vase qui contient l'eau de mer quelques gouttes d'un liquide excitant, d'alcool, par exemple, ou d'un acide. Alors, en agitant le vase, on aperçoit des points phosphorescents.

» L'examen attentif de l'eau de la mer, sous le rapport de la phosphorescence, pourrait sans doute fournir des données utiles à la météorologie des orages. Il serait d'ailleurs facile aux marins et aux habitants des côtes de faire, à ce sujet, des observations utiles; on en tirerait bientôt les conséquences et les indications que comporte ce curieux phénomène. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Élimination de la chaux des eaux naturelles, au moyen de l'acide oxalique.* Note de **M. E. Monier**. (Extrait.)

« J'ai pu obtenir, en traitant l'eau de Seine par l'acide oxalique, une eau ne renfermant plus de chaux et ayant quelques-unes des propriétés de l'eau de pluie.

» Dans une cuve en bois, je verse 100 litres d'eau de Seine et 20 grammes d'acide oxalique pur, préalablement dissous : il se forme un précipité abondant; au bout de vingt-quatre heures j'enlève 80 à 85 litres d'eau, à l'aide d'un siphon, pour ne pas entraîner le dépôt d'oxalate. Évaporé à sec, un litre de ce liquide donne un résidu de $0^{gr},085$, c'est-à-dire environ le tiers des matières minérales contenues dans 1 litre d'eau de Seine. Ce dépôt est entièrement composé de magnésie, sulfate et chlorure de sodium.

» L'azote et l'oxygène s'y trouvent dans les mêmes proportions. Quant à l'acide carbonique, on peut remarquer que le poids du carbonate de chaux précipité est de $0^{gr},157$ par litre; il y a donc eu déplacement, par l'acide oxalique, de $0^{gr},07$, soit environ 35 centimètres cubes de gaz par litre, en plus de l'acide libre que renfermait l'eau avant son traitement; aussi cette eau rougit-elle la teinture de tournesol; mais, si on la fait bouillir, la teinture reprend sa couleur primitive.

» Elle cuit les légumes et dissout aussi facilement le savon que l'eau de pluie. Quant à sa saveur, elle est comparable à celle de l'eau de pluie elle-même. »

M. le Secrétaire perpétuel fait remarquer que ce procédé est présenté par l'auteur d'une manière un peu trop absolue; le bicarbonate de chaux varie beaucoup dans les eaux courantes, selon les saisons et les conditions de sécheresse et de pluie: la dose d'acide oxalique devrait donc varier.

Un excès d'acide oxalique serait dangereux s'il s'agissait d'eau potable, cet acide étant vénéneux.

On obtient un meilleur résultat par l'emploi d'un lait de chaux, qui dépouille l'eau de tout le bicarbonate de chaux, en précipitant tout l'acide carbonique et toute la chaux à l'état de carbonate neutre. Il y a plus de trente ans que son emploi a été introduit par M. Dumas dans la teinturerie de M. Muret de Bort. Il est aujourd'hui employé dans beaucoup d'usines.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces manuscrites de la Correspondance, une Note adressée du Mexique par un Français établi dans ce pays; elle est relative au *Bananier*, plante bien connue, mais dans laquelle l'auteur a constaté certaines propriétés dont il croit qu'on pourrait faire d'utiles applications à l'industrie.

Considéré comme plante alimentaire, le Bananier a une grande importance, mais c'est à condition que ses produits se consomment sur place, car pour la vente au dehors, dès que le marché auquel il faut les conduire n'est pas très-voisin, les frais de transport ont bientôt absorbé tous les bénéfices; aussi, lorsqu'on le cultive en grand, c'est moins pour son fruit que pour l'ombre qu'il donne à des végétaux plus délicats. Dans nos colonies des Antilles, ce sont les cacaoyères que l'on songe à abriter par ce moyen, ici c'était l'arbuste à café; une plantation de douze mille pieds était ombragée par deux mille touffes de Bananier; ainsi les sujets d'observations ne manquaient pas à l'auteur.

Le premier point sur lequel il appelle l'attention est relatif à l'effet que produit le suc de la plante sur les fils de coton ou de lin, qu'il tache, comme chacun le sait, d'une manière indélébile, mais dont il paraît favoriser la conservation : l'auteur avait remarqué en effet que, dans des vêtements fort usés et où, malgré des lavages répétés, les taches restaient encore très-apparentes, les parties devenues brunes semblaient plus neuves que celles qui

avaient conservé la couleur originale de l'étoffe. Il pensa dès lors qu'on pourrait utiliser cette propriété, et n'en douta plus en voyant ce que pratiquent dans le même pays les planteurs de tabac. Ceux-ci, pour faire sécher les feuilles, les suspendent au grand air à des cordes en fil d'agave; or, après chaque récolte, ils ont bien soin d'imbiber ces cordes de suc de Bananier, ayant reconnu, par expérience, qu'au moyen de cette sorte de tannage ils en prolongent notablement la durée.

La seconde remarque de l'auteur est relative aux fils qu'il est parvenu à extraire des parties centrales et des enveloppes du tronc du Bananier, au moyen d'une percussion ménagée et de l'action d'une eau courante. Il pense avoir, par ces essais, enrichi l'industrie d'une substance textile nouvelle et précieuse par la longueur, l'égalité, la résistance de chaque brin.

« **M. Roulin**, relativement à ce dernier point, fait remarquer que les Bananiers sont compris depuis longtemps parmi les végétaux qui fournissent aux arts textiles une matière de qualité supérieure, mais assez difficile à mettre en œuvre. L'espèce qui, aux Philippines, est connue sous le nom d'*Abaca* sert à fabriquer des tissus d'une finesse admirable et d'une résistance comparativement très-grande. Dans un archipel voisin, dans l'archipel des Carolines, un Bananier peu différent de l'Abaca, celui que Leschenaut a désigné sous le nom de *Musa textilis*, fournit les fils dont les insulaires de l'île d'Oualan tissent la ceinture qui est leur seul vêtement.

» Lorsque notre regretté confrère M. le capitaine *Duperrey* aborda dans cette île qui n'avait encore été visitée par aucun Européen, il y trouva l'industrie en question régulièrement établie, et il n'avait pas manqué, sans doute, de la faire connaître dans la relation du voyage si heureusement exécuté sous ses ordres; malheureusement la partie de son manuscrit où il en devait parler n'a pas été imprimée! Nous ne sommes pourtant pas sans renseignements sur ce point, car un des savants qui faisaient partie de l'expédition, M. Lesson, à peine de retour en France, donna sur les arts de l'île d'Oualan d'intéressants détails, qu'on peut lire dans le tome XXVI du *Journal des voyages*, livraisons de mai et de juin 1825. »

La Société de Philosophie expérimentale de Rotterdam fait hommage à l'Académie d'un exemplaire d'une médaille commémorative du centième anniversaire de sa fondation.

M. Landrin adresse les résultats de quelques observations sur l'action

physiologique du chloral. De ces observations il résulterait que, chez le chien, même à la dose de 4 grammes, l'hydrate de chloral, quel que soit son mode d'administration, n'est ni hypnotique, ni anesthésique, ni hyperesthésique, et qu'il n'amène pas la résolution musculaire; enfin que, à cette dose, il ne présente, pour ces animaux, aucun danger.

M. **Gaube** adresse une Note sur l'emploi de la créosote dans le traitement de la fièvre typhoïde. Les observations de l'auteur le conduiraient à conclure que la créosote guérit la fièvre typhoïde onze fois sur douze, et supprime presque complétement la convalescence.

M. **Favet** adresse une Note concernant l'aérage des mines de houille.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Combes.

M. **Larrey** présente à l'Académie, de la part de M. le Dr *Tholozan*, médecin principal de l'armée, premier médecin du Schah de Perse, un travail intitulé : *Rapport à S. M. le Schah sur l'état actuel de l'hygiène en Perse, progrès à réaliser, moyens de les effectuer, résultats obtenus.*

« Ce travail, dit M. Larrey, a une date toute récente et offre un sérieux intérêt, par la position de confiance qu'occupe, en Perse, M. Tholozan, depuis onze années, par les services qu'il a rendus à ce pays et par son dévouement à la science.

» Son Rapport, approuvé par le Souverain, qui en a ordonné l'impression en français et en persan, indique d'abord la formation, à Téhéran, d'un Conseil de santé, ainsi que d'un Service général de la médecine, dont M. Tholozan est à la fois le Président et le Directeur. Il démontre l'importance de cette unité d'action et passe en revue les travaux accomplis, les propositions utiles et les résultats reconnus, depuis une année seulement qu'existe cette organisation sanitaire de la Perse.

» La grande question de la prophylaxie des maladies épidémiques, et spécialement du choléra, domine le travail de M. Tholozan, qui déclare que « ce pays n'est pas, comme on l'en a fort injustement accusé, un foyer » d'émission de maladies contagieuses. » Il fait appel au savoir et à l'expérience des médecins sanitaires étrangers, convoqués même par le Schah de Perse au sein de son Conseil de santé, pour y présenter les instructions de leurs Gouvernements.

» Il discute les mesures de la Conférence internationale de Constantinople, « où, dit-il, sans données précises sur l'état sanitaire de la Perse,

» sans connaissance des habitudes du choléra dans ce pays, on a formulé un » ensemble de mesures destinées à garantir la Turquie et la Russie, en établissant en Perse des mesures restrictives. »

» La question des quarantaines se présente ici, et M. Tholozan rappelle qu'il a envoyé une Note sur ce sujet à l'Académie de Médecine de France, par l'entremise du Président du Comité d'hygiène publique.

» Il ne croit pas à l'efficacité pratique des cordons sanitaires et des quarantaines par voie de terre, et il ajoute : « Je suis convaincu de leurs nombreux défauts et de l'impossibilité de réaliser en Orient, sous ce rapport, » quelque chose qui n'ait pas beaucoup plus d'inconvénients que d'utilité. » Il rejette ainsi les mesures restrictives pour l'intérieur de la Perse, à moins qu'il ne s'agisse du territoire de Yezd, formant, en quelque sorte, une oasis entourée de déserts de tous côtés.

» Il recommande l'interruption complète des communications, et surtout du pèlerinage avec l'Afganistan, en cas d'épidémie cholérique dans ce pays.

» Il ne pense pas qu'il soit urgent de modifier la police sanitaire du golfe Persique, et il apprécie, à son point de vue, les mesures proposées pour les ports de la mer Caspienne et les frontières russo-persanes, ainsi que pour les frontières de la Perse et de la Turquie.

» Il propose l'interdiction complète, en Perse, des pèlerinages, en cas d'épidémie dans ce pays ou dans la Mésopotamie ; et, en définitive, il taxe de grande erreur les mesures restrictives qui laissent subsister la cause des maladies.

» M. Tholozan expose ensuite l'état actuel de l'hygiène privée en Perse, dont il montre la salubrité ; il indique la nécessité d'y introduire une littérature hygiénique et médicale populaire. (Je puis ajouter qu'il en a fourni les premiers matériaux, par l'analyse ou la traduction en persan des principaux ouvrages classiques de la Médecine française.)

» Il examine ensuite l'état actuel de l'hygiène publique en Perse, en ce qui concerne la source et la conservation de ses eaux potables, la construction des habitations et les caravensérails, la pratique des inhumations, les pèlerinages, l'emploi des lavoirs, la canalisation des eaux dans les villes, l'établissement défectueux des latrines, et le nettoyage des bassins ou des réservoirs.

» Il fait ressortir enfin l'importance scientifique et pratique des questions relatives à l'état sanitaire de la Perse, telles que la pathologie historique et géographique, le choix et le rôle des médecins sanitaires, en terminant ce

Rapport par une indication de la Statistique médicale applicable aussi au Gouvernement de la Perse. »

« M. Chasles présente à l'Académie, de la part de M. le prince Boncompagni, les deux numéros de mars et d'avril 1869 du *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche*. Le premier renferme une Notice historique sur la vie et les travaux du savant géomètre Lobatchefsky, de l'Université de Kazan, par M. E. Ianichefsky.

» Et le second une Notice étendue, d'un grand intérêt, de M. le prince Boncompagni, sur le célèbre géomètre arabe Albirouni, du XIe siècle de notre ère, et particulièrement sur son ouvrage concernant les sciences indiennes, composé dans l'Inde, l'an 1031. M. Boncompagni cite les divers orientalistes qui, depuis une vingtaine d'années, se sont occupés de l'important ouvrage d'Albirouni.

» La Société asiatique de Paris avait confié à M. Wœpcke la publication des œuvres d'Albirouni; la mort ayant interrompu les travaux du savant orientaliste, notre confrère de l'Académie des Inscriptions, le baron de Slane, s'est chargé d'achever et de compléter cette importante publication. »

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie.

D.

ERRATUM.

(Séance du 4 octobre 1869.)

Page 756, ligne 27, *au lieu de* sucre incristallisable, *lisez* sucre cristallisable.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 OCTOBRE 1869.

PRÉSIDENCE DE M. CHEVREUL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NAVIGATION. — *Seconde Note sur le log à boussole; par* **M. Faye.**

« Quelques personnes ayant bien voulu me demander des explications sur le log à boussole, je prie l'Académie de me permettre de revenir un instant sur ce sujet, en raison des avantages qu'il peut offrir aux navigateurs pour écarter une des causes d'erreur contre lesquelles ils ont constamment à lutter.

» En 1838, Poisson, à la demande de ses collègues du Bureau des Longitudes, a soumis au calcul l'influence du fer des navires sur l'aiguille aimantée. L'illustre géomètre, sans se préoccuper exclusivement des besoins réels de la pratique, a généralisé la question et l'a résolue dans toute son étendue théorique, comprenant la déclinaison, l'inclinaison et la force magnétique totale. Si l'on se borne au premier de ces éléments, qui seul intéresse le navigateur, on trouve, par l'analyse de Poisson :

$$\operatorname{tang}\zeta' = \frac{D\varphi\cos\theta\cos\zeta - (E+1)\varphi\cos\theta\sin\zeta + F\varphi\sin\theta + Q}{(A+1)\varphi\cos\theta\cos\zeta - B\varphi\cos\theta\sin\zeta + C\varphi\sin\theta + P},$$

en supposant que le magnétisme du navire ne varie qu'en raison de

l'action magnétique du globe, c'est-à-dire que le fer du bord soit dénué de force coercitive, supposition qui n'a pas été confirmée par l'expérience.

» Quoi qu'il en soit, pour tirer parti de cette formule, où ζ désigne le cap magnétique vrai et ζ' le cap apparent, c'est-à-dire pour calculer la déviation $\zeta' - \zeta$ correspondant à un ζ' quelconque, il faudrait : 1° transformer cette formule de manière à prendre ζ' pour argument au lieu de ζ; 2° connaître, au lieu où l'on se trouve, les éléments du magnétisme terrestre φ, θ, ζ; 3° avoir déterminé au préalable, au point de départ, par une série d'expériences, les constantes D, E, F, Q, A, B, C et P relatives au navire. Tout cela est impraticable.

» Mais la forme même de cette expression, qui ressemble assez aux formules de parallaxe avec des complications de plus, indique au premier coup d'œil que les choses doivent se passer comme si l'aiguille aimantée se trouvait transportée excentriquement sur son limbe divisé, par l'action magnétique du navire, et si de plus ce limbe perdait plus ou moins de sa forme circulaire primitive. Tout est donc faussé à la fois dans un tel instrument; si, dans certaines régions azimutales, des angles de 3 ou 4 degrés parcourus par l'aiguille répondent à des angles de 30 ou 40 degrés parcourus par le cap du navire, dans d'autres régions l'inverse aura lieu, et quand le navigateur croira s'être écarté de 25 degrés de sa route première, en réalité il s'en sera écarté de 3 ou 4 degrés.

» Cette simple image géométrique du phénomène montre que la série de Fourier, réduite à ses premiers termes, doit s'adapter à sa représentation numérique, et qu'on pourra écrire

$$\zeta' - \zeta = a_0 + a_1 \sin(\zeta' + A_1) + a_2 \sin 2(\zeta' + A_2) + a_3 \sin 3(\zeta' + A_3) + \ldots,$$

pourvu qu'on ne perde pas de vue la nature des constantes a_0, a_1, $a_2, \ldots$, A_1, $A_2, \ldots$, lesquelles dépendent nécessairement de l'état des fers du bâtiment, négligé par Poisson, et des constantes locales, inclinaison, déclinaison, force totale du magnétisme terrestre, en sorte que certains de ces coefficients, loin d'être constants, peuvent varier au contraire du + au −, lorsque le navigateur change de latitude magnétique.

» D'après cela la question pratique se trouvera ramenée à déterminer expérimentalement, par le plus petit nombre possible d'opérations, les constantes susdites, dont on conservera les valeurs tant qu'on restera dans les mêmes parages magnétiques, mais dont on devra recommencer la détermination dès qu'on se sera écarté notablement du point de départ. Ce pro-

cédé empirique a, sur la théorie de Poisson, l'immense avantage de substituer à l'argument ζ un autre argument donné par l'observation elle-même, et d'être débarrassé de la déclinaison en même temps que de l'inclinaison et de la force totale, trois éléments inconnus du navigateur dès qu'il s'éloigne d'un point de relâche étudié par les physiciens. C'est en effet à ces simples considérations que se réduit, à mon avis, la théorie de la régulation actuelle des compas (1).

» Quant aux procédés par lesquels on détermine en mer les constantes a_0, a_1, a_2,..., A_1, A_2,..., ils exigent quatre observateurs: deux au compas de relèvement, un pour prendre la hauteur de l'astre qui doit donner l'azimut astronomique, le dernier au compas de l'habitacle. C'est pour cette raison que j'ai présenté, dans ma dernière Note, ces procédés comme trop savants pour la marine du commerce, non pas que les officiers de cette marine n'en pussent venir à bout, je suis loin de le supposer, mais parce que les conditions de cette navigation ne comportent pas généralement un grand nombre d'observateurs, ni l'arrêt prolongé dans la marche, grâce auquel on fait prendre huit ou dix caps différents au navire qu'il s'agit d'étudier. Voici d'ailleurs un exemple. En opérant en rade à Saint-Nazaire, les officiers de la *Floride* ont trouvé, à l'aide d'une série d'observations faites par les trente-deux aires de vent, les valeurs suivantes pour les coefficients de l'expression ci-dessus :

$$\zeta' - \zeta = -0^\circ 58' + 22^\circ 8' \sin(\zeta' + 7^\circ 58') + 5^\circ 11' \sin 2(\zeta' - 42^\circ 48').$$

Il y avait, par conséquent, trente-deux équations de condition linéaires pour déterminer a_0, a_1, a_2, A_1 et A_2.

» J'en déduis un petit tableau des déviations pour les différents caps de 45 en 45 degrés :

N........	+ 1°.52′
N.-E......	+ 21.52
E.........	+ 21.21
S.-E......	+ 6.58
S.........	— 2.38
S.-O......	— 13.46
O.........	— 22.29
N.-O......	— 24.15
N........	+ 1.52

(1) On peut voir celle qui en a été donnée par un savant Anglais, M. Archibald Smith, dans l'excellent *Traité de Navigation* que M. Dubois vient de publier.

» Ainsi, s'il s'agissait de changer de route dans l'angle de nord à nord-ouest, par exemple, il y aurait à tenir compte d'une erreur capable d'affecter la nouvelle direction d'un angle compris entre $+ 1°52$ et $- 24°15$. Les marins forment pour cela un tableau plus détaillé à l'aide de la formule précédente; mais il est bien entendu que cette formule et ce tableau doivent changer avec la latitude magnétique.

» Voilà les lourdes conditions qui pèsent sur le navigateur qui veut gouverner en pleine sécurité, et que j'ai tenté de remplacer par une opération des plus simples. Quant au commerce, il en est resté, en Angleterre, au système des compensations par le moyen d'aimants et de masses de fer doux placés dans le voisinage du compas. Pour apprécier ce second système, je citerai les faits suivants, qui prouvent combien peu l'on doit compter sur ces moyens quand on change notablement de latitude magnétique. L'*Harvest-Home*, corrigé en Angleterre avec beaucoup de soin, a donné des erreurs de 86 degrés lorsqu'il a été par une latitude de 39 degrés sud. Le *Bosphorus* avait au Cap de Bonne-Espérance des déviations de 40 degrés, et l'*Evangeline* des déviations de 60 degrés par une latitude sud de 40 degrés. De même pour le *Propontis*. On a vu dernièrement, par le cas du *Glenorchy*, l'insuffisance du système (1) dans la courte traversée du canal Saint-Georges.

» Voici maintenant ma réponse à deux objections. Dans les navires cuirassés on a recours, depuis quelque temps, à une boussole placée dans la mâture à quelques mètres au-dessus du pont; on espère s'affranchir ainsi de l'influence magnétique du navire. Cette idée, analogue en un sens à la mienne, rendrait celle-ci inutile. Je réponds que l'influence perturbatrice serait diminuée, mais non détruite. En outre la boussole, fixée à l'un des mâts, se trouve alors soumise à l'influence des ferrures de ce mât, car l'espace extrêmement restreint dont on dispose dans la hune ne permet pas d'éviter le voisinage immédiat de ces pièces métalliques. Ce procédé devient même complétement impraticable dans le cas d'une mâture en fer.

» On m'a objecté aussi que l'agitation de la mer empêcherait la boussole du log de s'arrêter, tout comme dans les canots où l'usage des compas ordinaires devient souvent presque impossible. Espérons que cette difficulté-là, que l'on surmonte aujourd'hui si aisément par des procédés parfaitement applicables à la boussole du log, n'empêchera pas les marins d'ex-

---

(1) Ce système, dû à notre célèbre Correspondant M. Airy, n'en est pas moins une admirable solution du problème quand on restreint celui-ci à de certaines limites.

périmenter mon idée. D'ailleurs le log à boussole remorqué par un navire en pleine marche n'est pas dans le cas d'un canot entièrement libre d'obéir à toutes les impulsions. Cette difficulté disparaîtra, je le crois, si l'on donne au bateau de la boussole une forme et un lest convenables, et si on limite la mobilité de l'aiguille comme on le fait maintenant pour les compas placés dans les petites embarcations laissées libres en pleine mer. Je suis heureux de pouvoir ajouter que notre illustre confrère M. le Maréchal Vaillant a bien voulu signaler ma proposition à M. le Ministre de la Marine, et qu'il y a lieu d'espérer qu'elle sera mise à l'essai par des hommes compétents.

» Il ne me reste plus qu'à présenter les trois considérations suivantes :

» 1° Il ne s'agit pas seulement de sécurité, mais aussi de l'abréviation des routes, avantage auquel les armateurs de navires à vapeur à grosse dépense se montrent aujourd'hui si sensibles, et qui décide souvent les navigateurs à suivre l'arc de grand cercle au lieu de l'arc de loxodromie;

» 2° Le procédé du log à boussole supprime la mesure et la correction de la dérive, simplification qui n'est nullement à dédaigner pour les navires à voiles;

» 3° Au point de vue scientifique, le log à boussole a l'avantage de donner la déclinaison de l'aiguille aimantée (quand on tient compte de la dérive, qu'on peut lire immédiatement le jour et la nuit sur un cercle divisé fixé au bord à l'endroit où se fixe la corde du bateau boussole). On arrivera bientôt à connaître cet élément dans les régions les plus fréquentées des mers, et à en dresser des tables dont l'usage ne sera limité que par les variations séculaires de cet élément. Jusqu'ici l'Océan a été un livre clos pour le magnétisme, à cause du fer des navires. »

SYSTÈME MÉTRIQUE. — *Note accompagnant la présentation d'un ouvrage intitulé:* De la méthode *à posteriori* expérimentale et de son application; *par* **M. Chevreul.**

« L'ouvrage que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie est l'exposé de la *méthode* A POSTERIORI *expérimentale* à laquelle toutes mes recherches et mes écrits ont été subordonnés.

» Quel en est le résultat final?

» C'est que les sciences mathématiques pures seulement comportent un enseignement qui, *dans son ensemble*, peut être considéré comme absolu, parce qu'il repose sur des axiomes et sur des propositions, des théorèmes

susceptibles de démonstrations rigoureuses : d'où la conséquence, que l'enseignement des mathématiques pures, fidèlement donné, ne peut exposer à l'erreur l'élève auquel il s'adresse.

» Que l'on prenne maintenant en considération l'enseignement des sciences qui ont pour objet la connaissance du *concret*, la Chimie, la Physique, la Géologie, la Botanique, la Zoologie, l'Anatomie et la Physiologie, et *à fortiori* la Minéralogie, l'Agriculture et la Médecine, qui ne se composent que d'éléments empruntés aux sciences que je viens de nommer et aux mathématiques, et l'on verra que tout être *concret* ne nous est connu que par ses *attributs*, ou, en d'autres termes, par ses propriétés et les *rapports que peuvent avoir ces propriétés les unes avec les autres*.

» Et, dès lors, nous pouvons affirmer, sans craindre aucune objection fondée :

» 1° Qu'il n'y a pas un *seul être concret* dont nous puissions, avec certitude, dire que nous connaissons *tous les attributs* (propriétés, qualités, rapports);

» 2° Qu'il n'est *aucun attribut principal* aux yeux de la science que nous puissions dire *avec assurance connaître parfaitement;*

» 3° Que dans cet état de choses, ce que nous appelons : *généralités*, *principes*, *lois*, expressions abstraites de la science actuelle, reposent sur la connaissance de la *partie* et non sur la connaissance du *tout*.

» Des propositions précédentes découlent les conséquences suivantes :

» Dans l'état actuel de nos connaissances, les *généralités*, les *principes*, les *lois* relatifs au concret ne peuvent être considérés comme *vrais*, qu'à la condition de ne point se trouver en désaccord avec les découvertes futures, soit que ces découvertes concernent de nouveaux attributs, soit qu'elles concernent des attributs que nous ne connaissions auparavant que d'une manière imparfaite.

» Parmi les connaissances qui se rattachent au *concret*, peut-on en citer une qui ait l'assentiment des savants les plus habitués, par la branche des connaissances qu'ils cultivent, à inspirer au public le plus de confiance quant à la précision des résultats auxquels ils arrivent, de sorte qu'on les croit quand ils affirment la certitude d'une *loi du monde concret?*

» Je réponds affirmativement en citant la *loi de la gravitation.*

» Et en affirmant que les découvertes futures ne la changeront pas, je pense que personne ne me fera d'objection, à laquelle je m'exposerais incontestablement en soutenant l'opinion contraire; car la certitude de la loi résulte de l'accord des travaux multipliés qui y ont conduit et de celui des

travaux ultérieurs qui l'ont confirmée de la manière la plus heureuse, en en étendant encore la généralité.

» Mais, si ces travaux de l'ordre le plus élevé montrent de la manière la plus évidente la sublimité de la science du calcul qui aboutit au *concret*, en découvrant les lois du mouvement des masses des corps célestes, ne perdons pas de vue qu'aux distances où ces *corps* célestes agissent, ils n'agissent que par *leurs masses respectives*. De sorte que les phénomènes si complexes et si variés qui ne se manifestent à nous qu'au contact apparent de la matière et qui portent à la fois sur l'*état d'agrégation* de ce que nous appelons *atomes* ou *molécules* et sur leurs *propriétés chimiques et organoleptiques*, n'ont aucune influence dans les actions qui sont du ressort de la mécanique céleste.

» Parmi des phénomènes moins simples que ceux qui concernent la gravitation, il en est un certain nombre du domaine de l'optique, *la loi de la réflexion de la lumière*, par exemple, qui semblent bien ne pas recevoir de modification des travaux futurs.

» Mais il en est tout autrement des connaissances chimiques, et surtout de celles qui concernent l'histoire des êtres vivants. A la vérité, la question que je me propose de traiter n'a point cette complication, puisqu'elle est restreinte à l'examen critique de l'histoire du mètre fait conformément à l'esprit du livre que j'offre à l'Académie. »

SYSTÈME MÉTRIQUE. — *Examen critique de l'histoire du mètre; par* **M. CHEVREUL.**

« Après avoir parlé de la différence existant entre les mathématiques pures et la science du *concret*, conformément à la définition du mot *fait*, à celle de la *méthode* A POSTERIORI *expérimentale*, et encore conformément à la *distribution des sciences du domaine de la philosophie naturelle*, imprimée dans les *Mémoires de l'Académie* (t. XXXV), je viens aujourd'hui réaliser l'intention que j'ai exprimée dans la séance du 23 d'août 1869, après la lecture du Rapport fait au nom d'une Commission composée de MM. Élie de Beaumont, Mathieu, Morin, Regnault, Le Verrier, Faye, et Dumas Rapporteur.

» J'ai dit à cette occasion :

« Après avoir entendu le Rapport qui vient d'être lu sur le système
» métrique français, j'éprouve la plus vive satisfaction, et je m'empresse
» d'autant plus d'y donner ma pleine adhésion, que prochainement je ferai

» hommage à l'Académie d'un ouvrage sur la *méthode* A POSTERIORI *expé-*
» *rimentale* et sur *ses applications;* on verra que c'est sur la base même de
» cet ouvrage que repose l'adhésion que je suis si heureux de donner à la
» conclusion du Rapport et à l'esprit qui l'a dicté. »

» Depuis la séance où ces paroles furent prononcées, des observations sur le Rapport du 23 d'août ont été adressées à l'Académie, et deux de ses Membres, *juges compétents* dans la question, y ont répondu. Je dis *juges compétents*, parce qu'en venant après eux, je reconnais mon incompétence sur le fond de la discussion; ce n'est donc pas comme géomètre, ni même comme physicien que je veux parler, mais simplement avec l'intention d'appliquer à l'*histoire du système métrique un* EXAMEN CRITIQUE *conforme à la méthode dont l'ouvrage que j'offre à l'Académie est le sujet, examen d'après lequel je motive l'adhésion que j'ai donnée aux conclusions du Rapport et à l'esprit qui l'a dicté.*

» Le premier savant français qui proposa à l'Académie des Sciences de prendre une unité de mesure dans la nature est Brisson. Le 14 d'avril 1790, il lut un Mémoire intitulé : *Essai sur l'uniformité des mesures, tant linéaires que de capacité et de poids, et sur une nouvelle manière de construire les toises destinées à servir d'étalon* (1).

» Brisson donne son Mémoire comme le résultat des réflexions qu'il a faites, après que M. l'Évêque d'Autun eut proposé à l'Assemblée nationale de rendre uniformes dans tout le Royaume les poids et les mesures.

» Brisson ne reconnaît dans la nature de *longueur constante* que celle du pendule pour un lieu déterminé; et de *poids invariable*, pour un volume déterminé à une température donnée, que celui de l'or à 24 karats, ou de l'argent à 12 deniers, ou encore de l'eau distillée, à laquelle plus tard il donnait la préférence.

» Brisson ajoute que la longueur du pendule varie suivant les différentes latitudes, et qu'il est nécessaire de faire usage de celle d'une latitude déterminée, qu'il lui paraît indifférent de choisir l'une ou l'autre, pourvu qu'elle *soit bien connue.* « On a proposé, dit-il encore, de choisir pour mesure
» élémentaire la longueur du pendule qui bat les secondes à 45 degrés de
» latitude, mais *cette longueur n'a été que calculée, il faudrait la connaître*
» *par l'expérience,* ce qui exigerait un travail long et pénible.... Enfin pour-
» quoi ne prendrait-on pas pour mesure la longueur du pendule qui bat

---

(1) Ce Mémoire est imprimé dans le Recueil de l'Académie, portant en titre : *Année* 1788; la date de l'impression est 1791.

» les secondes à Paris? celle-ci est bien connue; elle a été déterminée par » des expériences rigoureuses faites par M. de Mairan; elle ne diffère que » très-peu de celle du pendule à 45 degrés (de latitude); ce choix épargne- » rait beaucoup de temps, de travail et de dépenses. »

» La longueur de la *mesure élémentaire* proposée par Brisson était : $3^{\text{pieds}}\,0^{\text{pouce}}\,8^{\text{lig}}\frac{17}{30}$.

» Faisons deux remarques sur la proposition de Brisson.

» 1° La *mesure élémentaire* qu'il propose est conforme à l'opinion de prendre cette *mesure* dans la nature; elle est déduite d'un phénomène dépendant de la pesanteur et susceptible d'être mesuré d'une manière précise.

» 2° Cette *mesure* n'est point à reconnaître; déterminée en 1735 par Mairan, c'est la longueur du pendule qui bat la seconde à la latitude de Paris.

» On voit, conformément aux idées du petit livre sur la *Méthode*, que j'ai rappelées au commencement de ma Communication, que la *proposition de Brisson* est en accord parfait avec la manière dont j'envisage la *méthode* A POSTERIORI; car il ne propose pas en principe de rechercher une *grandeur* qu'on ne connaît point encore; il propose une *grandeur parfaitement déterminée* à son sens, qui est celle du phénomène naturel.

» J'ajoute que Brisson proposait que la longueur du pendule qui bat les secondes à Paris devînt l'élément de toutes les mesures linéaires, et que du pied cube, qui lui-même tire sa mesure de cette longueur, dérivassent toutes les mesures de capacité, tandis que les poids seraient déterminés par celui du nouveau pied cube d'eau (1).

» La Commission des poids et mesures qui vint après Brisson préféra, à la longueur du pendule à seconde pris à la latitude de Paris, *la dix-millionième partie du quart du méridien de Paris*.

» Après avoir parlé de mon incompétence pour traiter le fond de la question du *système métrique*, je me garderai bien d'émettre une opinion en faveur de la *mesure élémentaire* la plus convenable. Mais, conformément à la manière dont je viens d'envisager la *proposition de Brisson* comme *rentrant dans la méthode* A POSTERIORI, je me permettrai d'ajouter que la Commission qui posa en principe que la *mesure élémentaire* est la dix-millionième partie du quart du méridien de Paris, procéda par la *méthode* A PRIORI, puisque cette *mesure élémentaire* devait être déduite d'une grandeur

(1) *Mémoires de l'Académie*, année 1788, p. 725.

qui, aujourd'hui même, n'est point déterminée d'une manière précise, sans qu'on se fût préoccupé des difficultés qui pouvaient se présenter lors de son exécution.

» Eh bien! ces difficultés se sont présentées; elles sont réelles, on ne les prévoyait pas, je les résume comme faits accomplis dans les diverses grandeurs de la dix-millionième partie du méridien indiquées à diverses époques, soit qu'on les proposât pour mètre ou non.

» Une loi du 18 de germinal de l'an III (7 d'avril 1795) fixe la longueur du mètre *provisoirement* à $3^{\text{pieds}}\,11^{\text{lig}},442$.

» Une loi du 6 de messidor de l'an VIII (25 de juin 1800) la fixe à $3^{\text{pieds}}\,11^{\text{lig}},296$; la différence est — 0,146.

» C'est cette longueur fixée en l'an VIII qui fait loi en France, et que représente un *mètre prototype déposé aux Archives*.

» De 1836 à 1840, Puissant signala une erreur de calcul dans la *distance méridienne* de Montjouy à Formentera. L'erreur corrigée, il porta la longueur du mètre, conformément à ses calculs, à $3^{\text{pieds}}\,11^{\text{lig}},375$.

» Enfin, en 1841, Bessel évalua le quart du méridien à 10 000 856 mètres, au lieu de 10 millions admis par la Commission des poids et mesures.

» Quelle conclusion vais-je tirer des faits que je rappelle?

» Exactement celle de la Commission.

» Exactement celle de l'Académie.

» Non-seulement il y a tout avantage à *conserver le mètre tel qu'il a été fixé par la loi de l'an VIII*, mais il y aurait le plus grave inconvénient à instituer une Commission internationale pour le modifier, soit qu'elle voulût en faire absolument la dix-millionième partie du quart du méridien de Paris, soit que, renonçant à cette modification, elle en cherchât toute autre. Je vais exposer les raisons que j'ai de rejeter ces deux modifications.

A. *Motifs de ne pas modifier le mètre en attendant la mesure* ABSOLUE *du quart du méridien de Paris.* — Sans doute il eût été désirable que le *mètre légal* de l'an VIII fût l'expression exacte de la dix-millionième partie du quart du méridien de Paris; mais, cela n'étant pas, il faut le reconnaître et en profiter pour l'avenir comme fait accompli propre à montrer la *difficulté qu'il y a de réaliser parfaitement une idée applicable au concret, telle que l'esprit l'a conçue*.

» Pénétré de cette vérité, je dis, avec l'Académie : Conservons le *mètre légal*, dont l'usage ne peut donner lieu à aucune erreur dans la science, et

dont l'idée qui a présidé à son établissement a été si heureusement développée en le prenant comme *radical des mesures de surface, de capacité et de poids*.

» Si quelque jour on arrive à connaître la *longueur absolue* du quart du méridien de Paris, du pôle nord à l'équateur, probablement sa dix-millionième partie sera un peu plus grande que le *mètre légal;* mais, cette différence reconnue et fixée, le but des savants de la *Commission des poids et mesures* sera atteint en ce sens, que le *mètre légal aura un rapport absolument précis avec une grandeur naturelle déterminée, celle du quart du méridien de Paris;* seulement ce rapport n'en sera pas exactement un dix-millionième, mais il en sera très-rapproché.

» Certes, il y aurait bien des inconvénients pour la société et pour la science que l'on ne s'expliquât pas aujourd'hui nettement sur la conservation du *mètre légal;* car laisser croire que le *mètre actuel* n'est que *provisoire* serait troubler la sécurité de toutes les transactions commerciales, surtout quand on tient compte de l'adoption qu'en ont faite déjà plusieurs nations de l'Europe et de l'Amérique.

» D'ailleurs, avec l'expérience du passé, en considérant la distinction que j'ai faite quant à la *certitude entre les résultats des mathématiques pures et ceux de l'étude du concret*, l'*absolu* dans la question du mètre rapporté à la mesure du quart du méridien me paraît un *idéal si éloigné de la réalité* que mon vote a été en faveur du Rapport de la Commission; et, pour dire toute ma pensée, si, avec l'expérience que j'ai aujourd'hui, j'eusse eu à émettre une opinion dans les dix dernières années du XVIIIe siècle, sans rien affirmer pourtant, j'aurais pu me prononcer en faveur du *mètre représentant la longueur du pendule donnant la seconde à Paris;* mais certes je n'aurais pas voté *à priori* pour prendre la dix-millionième partie du quart du méridien de Paris, qui n'était point déterminée d'une manière absolue et qui ne l'est même point encore en ce moment.

» B. *Motifs de rejeter le* MÈTRE QUALIFIÉ D'EUROPÉEN *proposé par la Conférence géodésique réunie à Berlin en* 1867 (7e et 8e propositions). — « La » longueur de ce mètre européen », je copie textuellement, « devrait différer aussi peu que possible de celle du mètre des Archives de Paris. »

» Si cette phrase est une politesse à l'adresse des auteurs du système métrique, comme Français, j'en remercie les Membres de la Conférence géodésique de Berlin, mais, comme logicien, je n'en comprends pas le sens, et voici pourquoi :

» M. Jacobi, fort de l'opinion de l'illustre Bessel, *déclare l'impossibilité que dorénavant le monde savant revienne à la recherche de mesures soi-disant absolues et naturelles.*

» D'où je conclus que le *mètre européen* ne serait point dans ce cas, et qu'en cela il ressemblerait au *mètre de l'an VIII*, qui n'est pas en réalité la dix-millionième partie du quart du méridien de Paris.

» Dans cet état de choses, pour que la *Conférence géodésique de Berlin* projette de remplacer le *mètre de l'an VIII*, c'est qu'elle le trouve défectueux.

» Eh bien! le trouvant tel, *je ne comprends pas* la phrase : *ce* MÈTRE EUROPÉEN *devrait différer aussi peu que possible du mètre de l'an VIII!*

» Dès lors, pour que j'eusse compris la *proposition de la Conférence*, il eût fallu dire en quoi le mètre de l'an VIII est défectueux, sans ajouter que le MÈTRE EUROPÉEN devrait en différer aussi peu que possible!

» *Conclusion.* — D'après les motifs précédents il y a nécessité, conformément au Rapport fait à l'Académie, de conserver le *système métrique*.

» Depuis soixante-neuf ans, l'usage continu qu'on en a fait en France n'a présenté que des avantages au double point de vue de la science et des transactions sociales; et c'est parce que différents peuples ont été convaincus de ces avantages, qu'ils l'ont adopté sans hésitation.

» Mais tout contraire que je suis à l'établissement d'un *mètre européen différent du mètre de l'an VIII*, j'émets le vœu qu'une Commission internationale s'occupe de multiplier les *mesures prototypes*, en s'éclairant de toutes les lumières de la science actuelle, pour leur donner la plus grande exactitude et les fabriquer aux moindres frais possibles, afin d'en répandre partout l'usage.

» Si j'ai abusé du temps de l'Académie en parlant d'un sujet auquel je suis si absolument étranger, je me plais à croire qu'elle me permettra d'atténuer ma faute en reproduisant un passage de la *Nouvelle description géométrique de la France*, par Puissant :

« L'incertitude qui reste encore sur la véritable longueur du quart du
» méridien terrestre, malgré la précision des mesures géodésiques mises en
» comparaison, ne doit affaiblir en rien l'intérêt que les savants attachent
» à la possession d'une unité linéaire représentant la dix-millionième
» partie de cette longueur, parce qu'en définitive, le mètre *légal* est censé
» dériver d'un ellipsoïde de révolution dont la surface s'écarte le moins

» possible de celle du globe terrestre. D'ailleurs notre système métrique,
» si remarquable par sa simplicité et d'un usage si commode dans les transactions commerciales, est une de ces réformes utiles que la postérité ne
» peut manquer d'accueillir avec reconnaissance ; et il y a lieu d'espérer qu'il
» y passera dans toute sa pureté originelle, puisqu'une loi rendue dans la
» session de 1837 rejette les dénominations et subdivisions anciennes qui
» avaient été si mal à propos appliquées à la plupart des mesures nouvelles
» et tolérées dans les actes publics. » (2e Partie, p. 609; Paris, 1840.)

» Ce passage est d'autant plus remarquable, qu'il suit immédiatement la conclusion où l'a conduit la correction de la distance méridienne de Montjouy à Formentera.

» D'après deux corrections, la longueur du mètre provenant des mesures de France, d'Angleterre et du Pérou serait de. . . . . . . $3^{\text{pieds}}\,11^{\text{lig}},375$
tandis que la longueur légale est de. . . . . $3^{\text{pieds}}\,11^{\text{lig}},296$

$0^{\text{pied}}\,00^{\text{lig}},079$

» En rappelant que le travail de Puissant a précédé celui de Bessel, en considérant que si quelqu'un était en droit, d'après ses travaux, de déclarer en France que le *mètre actuel* ne devait être que *provisoire* et non *définitif*, c'était l'homme, dont le nom lié indissolublement à la géodésie moderne, honora l'Académie par des travaux aussi savants que consciencieux et par un caractère aussi digne que modeste, qualités qui ont été si bien appréciées d'ailleurs dans l'éloge qu'a fait de notre ancien confrère, M. le Secrétaire perpétuel Élie de Beaumont. Or, lorsqu'une autorité aussi compétente en géodésie que Puissant a conclu à la conservation du mètre de l'an VIII, il y a trente ans, on voit que cette opinion a été constamment celle de l'Académie. »

« **M. le Secrétaire perpétuel** avait annoncé à l'Académie l'arrivée prochaine à Paris de M. de Jacobi; il avait ajourné, en conséquence, la lecture de la Lettre envoyée par le savant physicien au sujet du système métrique. Il est heureux aujourd'hui de pouvoir dire que des explications ayant été échangées, l'importante Communication de l'illustre Membre de l'Académie de Saint-Pétersbourg insérée plus loin, peut devenir le signal d'un mouvement considérable d'extension pour l'adoption du système métrique par les nations civilisées. Les vœux de l'ancienne Académie des Sciences n'ont donc jamais semblé plus près de se réaliser. »

MÉMOIRES LUS.

SYSTÈME MÉTRIQUE. — *Note sur la confection des étalons prototypes, destinés à généraliser le système métrique;* par **M. de Jacobi.**

« M. le Secrétaire perpétuel a bien voulu m'engager à profiter de mon court séjour à Paris pour donner à l'Académie quelques explications concernant la proposition, faite par l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg, de former une Commission internationale dans le but de régler la confection des étalons prototypes et de créer une unité de mesures véritablement universelle et effectivement internationale.

» L'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg n'a jamais laissé échapper l'occasion de se prononcer en faveur du système métrique français. Autant que c'était dans ses attributions, elle n'a cessé de recommander à l'Administration l'adoption de ce système; mais c'est surtout au point de vue de la science qu'il lui a paru indispensable que les savants de tous les pays adoptassent un langage uniforme en tout ce qui concerne l'expression des quantités mesurables. Pour rendre ses convictions à cet égard plus manifestes, elle a d'abord formellement émis le vœu que ses Membres se servent à l'avenir, dans leurs publications, uniquement des poids et mesures du système métrique français. Ensuite elle a décidé que des invitations soient adressées aux Universités et aux autres corporations scientifiques et techniques du pays, d'adopter le même moyen et de soumettre à M. le Ministre de l'Instruction publique un Mémoire pour attirer son attention sur les avantages de répandre dans les écoles primaires une connaissance plus étendue du calcul décimal et de ses applications au système métrique. Enfin, dès l'année prochaine, les observations météorologiques faites dans les nombreux établissements répandus sur le vaste territoire de la Russie seront publiées en mesures métriques, et, quant aux thermomètres, en centigrades.

» Il est vrai que ces décisions ne concernent que des applications du système métrique dans les sciences, mais l'Académie est convaincue que la force des choses ne tardera pas à étendre ces applications à d'autres domaines encore. Aussi est-il constaté par mille exemples que les vérités et les faits acquis par la science sont des germes indestructibles qui font éclosion là où l'on s'y attend le moins. Ce n'est donc qu'une question de temps de voir subir par les administrations, aujourd'hui les plus réfractaires, l'influence irrésistible de ces faits et de ces vérités.

» Pour désigner nettement la position de l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg vis-à-vis du système métrique français, il suffit de renvoyer à la proposition mentionnée, dans laquelle elle a déclaré qu'elle reconnaît à ce système tous les avantages d'un système universel des poids et mesures, et qu'elle considère les étalons déposés aux Archives de France comme les étalons prototypes de ces mesures. Quant à l'origine de ces prototypes, elle en a toujours tenu compte pour s'inspirer du glorieux exemple de vos illustres prédécesseurs, qui n'ont pas reculé devant les immenses difficultés qui s'opposaient à l'accomplissement de leur mission. Elle a tenu aussi compte de la critique de leurs travaux. La mesure de l'arc méridien français, en la confrontant avec les remarquables travaux exécutés depuis, n'est pour elle qu'une confirmation de plus que, malgré toutes les hypothèses et tous les calculs, la nature n'a pas pu faire de la figure de la Terre un ellipsoïde de révolution.

» Le monde savant, en adoptant pour les besoins de la science un prototype quelconque comme mesure universelle, et qui doit servir non-seulement au présent, mais également à un avenir éloigné, fait un acte d'une haute importance. Il ne peut le faire sans s'imposer des devoirs graves, pour l'accomplissement desquels il est responsable envers la postérité. Sous ce rapport, il doit être inexorable, et surtout ne pas faire des concessions qui pourraient le faire déroger de ses convictions ou forfaire à sa conscience scientifique. Il croit de son premier devoir de se préoccuper et de s'inquiéter de l'intégrité de son prototype et de sa conservation illimitée, autant qu'il est permis à l'homme de se servir de cette expression, et il ne peut remplir ce devoir qu'en rendant le monde civilisé entier responsable de cette intégrité et de cette conservation. Ceci s'applique à un prototype de convenance quelconque que le monde savant aurait été libre de choisir, en faveur duquel on aurait pu faire valoir des raisons d'opportunité plus ou moins fortes, et auquel il n'aurait pas été impossible d'appliquer l'organisation parfaite et logique du système métrique français. En renonçant, je suppose, à tout jamais à toute alternative à cet égard, et en adoptant franchement comme son prototype l'étalon déposé aux Archives de France, le monde savant cède moins à une nécessité matérielle qu'au besoin de rendre un hommage éclatant, qui est en même temps un juste tribut de reconnaissance, non-seulement à la glorieuse initiative de la France et de ses illustres savants, mais aussi aux sacrifices matériels et intellectuels qu'elle n'a pas cessé de supporter pendant plus d'un demi-siècle pour le développement de cette œuvre importante.

» Dans l'état actuel des choses, le problème de rendre le monde civilisé entier responsable de l'intégrité et de la conservation illimitée de son étalon prototype, qui n'est plus le prototype exclusif de la France, mais celui du monde entier, ce problème n'admet qu'une seule solution correcte. Il ne suffit point, à cet effet, de faire une copie à trait de l'étalon à bout des Archives, non plus que d'envoyer un délégué d'un pays quelconque à Paris pour prendre de cette copie à trait une nouvelle copie, et d'employer à cet effet un métal quelconque qui lui semble le plus propre; il ne sagit plus d'entreprendre des travaux isolés, quelque méritoires qu'ils soient, mais d'un travail collectif, auquel participeront au même titre, et sur le pied d'égalité, les délégués de tous les pays. Ce travail collectif consistera à faire fabriquer à la fois, et dans les meilleures conditions possibles, un nombre considérable d'étalons prototypes sur le modèle de l'étalon des Archives françaises, d'employer à cette fabrication des substances qui, par leur composition chimique, par leur constitution moléculaire, par leur coefficient de dilatation par la chaleur, présenteront toutes les garanties d'homogénéité que les progrès de la technique et des arts métallurgiques peuvent offrir. Ces copies, auxquelles on donnera exactement les mêmes dimensions, seront comparées avec l'étalon prototype et entre elles, au moyen d'un comparateur qui réunira tout ce que la science, de concert avec la technique des instruments de précision, pourra produire de plus accompli, et dont la construction ne sera gênée par aucune considération d'économie. Les étalons, ainsi construits et rendus identiques par leur longueur dans les limites les plus restreintes, seront distribués aux différents pays, où ils seront conservés dans des conditions similaires, qui les mettront autant que possible à l'abri de toute atteinte extérieure et des influences élémentaires.

» L'avantage de cette opération, dirigée avec des soins extrêmes et sous les auspices des personnes les plus compétentes, sera d'établir ce système métrique international sur les bases les plus larges et de lui assurer toute la solidité requise. En effet, en considération de la perfection extrême des moyens de confection et des méthodes de comparaison employées, les étalons sortis de cette opération collective ne seront pas des copies, dans l'acception usuelle de ce mot, mais des véritables étalons prototypes, dont chacun aura le droit, je ne dis pas *historique*, mais *scientifique*, de remplacer l'original dans les Archives de France. Ceci est d'autant plus vrai, qu'il nous est permis de supposer que les moyens de confection et de vérification que nous emploierons ne seront pas inférieurs à ceux employés il y a soixante-dix ans. Et si l'on s'avisait de construire à côté de nos copies

exactes du mètre des Archives un même nombre d'étalons dont chacun serait tenu d'avoir une longueur de $0^{toise},513074$, nous obtiendrions à coup sûr les mêmes résultats, c'est-à-dire deux séries de mesures équivalentes sous tous les rapports. Ou, en d'autres mots, nous espérons que les étalons de la Commission internationale future exprimeront la longueur de $0^{toise},513074$ avec la même exactitude que cette mesure de longueur est représentée par l'étalon prototype des Archives de France.

» Le but de la Commission internationale sera atteint dès qu'il n'y aura plus aucun centre de civilisation qui ne possède le mètre des Archives dans un ou plusieurs de ses équivalents, et qu'ainsi toutes les garanties exigibles concernant la perpétuité du système dont il forme la base seront acquises.

» Ces points de vue, Messieurs, que j'ai l'honneur de vous présenter, vous les trouverez, je le désire, à la hauteur de la chaleureuse coopération de la France, dont la conclusion du savant Rapport de votre illustre Secrétaire perpétuel, lu dans la séance de l'Académie du 23 août, nous a ouvert la perspective. Le monde savant applaudit à cette solution, parce qu'il y aperçoit le couronnement définitif de l'œuvre entreprise par vos illustres devanciers; et l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg, dont je suis heureux de pouvoir être ici l'organe, se félicite également de cette solution, et, bien loin de vouloir ravir à la France l'honneur de son initiative, ne tient, au contraire, qu'à l'affermir. »

« Après la lecture de cette Note, le Président, **M. Chevreul**, en remerciant M. de Jacobi de sa Communication, dit qu'il ne doute pas de la sympathie avec laquelle les amis des Sciences accueilleront les sentiments qui viennent d'être exprimés en termes si dignes : rien ne les satisfait plus que les conquêtes de l'esprit scientifique, appliqué sans cesse à rendre meilleures les conditions de l'humanité, et en applaudissant à tout ce qui rapproche les peuples civilisés, multiplie leurs relations mutuelles et en accroît l'intimité, ils considèrent qu'un des moyens les plus efficaces d'arriver à ce but est l'uniformité des poids et mesures, d'une si grande importance dans les transactions de tout genre. M. le Président invite M. de Jacobi à vouloir bien s'entendre avec la Commission du Système métrique de l'Académie sur ce qu'il y a de mieux à faire pour réaliser le plus tôt possible un désir partagé par les hommes éclairés de tous les pays. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

THERMODYNAMIQUE. — *Sur les fonctions caractéristiques des divers fluides.* Mémoire de **M. F. Massieu.** (Extrait par l'Auteur.)

(Commissaires : MM. Combes, Regnault, Bertrand.)

« On sait que lorsqu'on communique à un corps, dont nous supposerons le poids égal à 1 kilogramme, une quantité infiniment petite de chaleur, cette quantité est employée : 1° à produire du travail externe résultant de la dilatation de ce corps; 2° à produire du travail interne; 3° à augmenter la chaleur sensible du corps. Il n'est pas possible, sans hypothèse, de séparer réellement dans les formules de la thermodynamique les deux dernières parties, lesquelles ne figurent jamais que par leur somme dU, U désignant ce que plusieurs auteurs appellent la chaleur interne du corps, prise à partir d'un certain état, et représentant une somme d'effets mécaniques et calorifiques qui se fondent ensemble, en vertu du principe de l'équivalence de la chaleur et du travail.

» Si nous désignons par p, v, t la pression, le volume et la température centigrade du corps, le travail produit sera exprimé par pdv, et sera calorifiquement équivalent à $Apdv$, A étant la fraction $\frac{1}{424}$; on aura donc

$$(1) \qquad dQ = dU + Apdv.$$

D'un autre côté, il résulte, des principes combinés de Joule et de Carnot, que si l'on désigne par dQ la chaleur fournie ou enlevée à chaque instant (suivant que dQ est positif ou négatif) au corps considéré, pendant qu'il fait une évolution complète suivant un cycle formé et réversible, on a

$$\int \frac{dQ}{T} = 0,$$

T étant la température absolue et égale par suite à $273 + t$. Il résulte de là que $\frac{dQ}{T}$ est la différentielle exacte dS d'une fonction S des variables indépendantes qui suffisent à définir l'état du corps, et par conséquent de deux des trois quantités p, v, t, puisqu'on sait que la troisième, ainsi d'ailleurs que la chaleur interne U, est une fonction déterminée des deux autres pour chaque corps. La fonction S est désignée par Clausius sous le nom d'*entropie*.

» Si nous choisissons pour variables indépendantes v et t, l'équation (1) donne

(2) $$dQ = \frac{dU}{dt}dt + \left(\frac{dU}{dv} + Ap\right)dv,$$

d'où

(3) $$ds = \frac{dQ}{T} = \frac{1}{T}\frac{dU}{dt}dt + \frac{1}{T}\left(\frac{dU}{dv} + Ap\right)dv;$$

comme dS est une différentielle exacte, on doit avoir

$$\frac{d}{dv}\left(\frac{1}{T}\frac{dU}{dt}\right) = \frac{d}{dt}\left[\frac{1}{T}\left(\frac{dU}{dv} + Ap\right)\right].$$

En développant cette relation et groupant convenablement les termes, on obtient

(4) $$\frac{d}{dt}\left(\frac{Ap}{T}\right) = \frac{d}{dv}\left(\frac{U}{T^2}\right);$$

par conséquent l'expression

(5) $$d\psi = \frac{U}{T^2}dt + \frac{Ap}{T}dv$$

est la différentielle exacte d'une fonction ψ des variables indépendantes. J'appelle cette fonction *fonction caractéristique du corps*: en effet, lorsqu'elle est connue, on peut en tirer toutes les propriétés du corps que l'on considère dans la thermodynamique; d'abord, on en déduit immédiatement les expressions de U et de p en fonction des variables indépendantes; ces expressions peuvent être portées dans la relation (2), qui devient alors

(6) $$dQ = \frac{d}{dt}\left(T^2\frac{d\psi}{dt}\right)dt + \left[\frac{d}{dv}\left(T^2\frac{d\psi}{dt}\right) + T\frac{d\psi}{dv}\right]dv;$$

de là on tire la valeur de $\frac{dQ}{T}$ ou dS, et l'on obtient facilement, pour l'entropie S,

(7) $$S = T\frac{d\psi}{T} + \psi = \frac{d}{dt}(\psi T);$$

dQ et S sont donc complétement exprimés au moyen de la fonction ψ et des variables indépendantes. On exprime de même, au moyen de la relation (6), et en remarquant qu'en vertu de l'équation (5) $\frac{Ap}{T} = \frac{d\psi}{dv}$, les chaleurs spécifiques k et k' à pression constante et à volume constant, les

coefficients de dilatation β et β' à pression constante et à volume constant, enfin le coefficient de compressibilité à température constante.

» On trouve de même une fonction caractéristique ψ' du corps, en prenant pour variables indépendantes p et t; on a, en posant, pour abréger,

$$U' = U + Apv,$$

$$(8) \qquad d\psi' = \frac{U'}{T^2}\,dt - \frac{AV}{T}\,dp;$$

et les divers coefficients dont nous venons de parler, ainsi que dQ et l'entropie S, s'expriment encore complétement au moyen de la fonction ψ' et des variables indépendantes qui sont ici p et t.

» Dans le Mémoire que j'ai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie, j'ai fait l'application des théories précédentes aux gaz, aux vapeurs saturées et aux vapeurs surchauffées; j'ai trouvé ainsi, pour les deux premières classes de corps, toutes les formules connues. Je n'insisterai pas ici sur ce point, et je me bornerai à donner les expressions des fonctions ψ et ψ', d'où, comme on vient de le voir, tout peut se déduire.

» Pour les gaz on trouve

$$\psi = k'\log T + \frac{273\,k'}{T} + (k - k')\log v,$$

$$\psi' = k\log T + \frac{273\,k'}{T} - (k - k')\log p$$

(tous les logarithmes de nos formules sont des logarithmes népériens).

» Pour les vapeurs saturées, on a

$$\psi = c\log T + \frac{273\,c}{T} + \frac{Ap(v-e)}{T}:$$

c est la chaleur spécifique du liquide, v le volume de 1 kilogramme de vapeur sèche ou humide, et e le volume de 1 kilogramme de liquide, supposé constant.

» Pour les vapeurs surchauffées, p et t sont liés l'un à l'autre; il n'y a donc pas lieu de les prendre pour variables indépendantes, et de chercher une fonction ψ'.

» Pour les vapeurs surchauffées, l'emploi de v et t comme variables indépendantes conduirait à des expressions peu maniables; aussi je n'ai pas cherché de fonction ψ; mais j'ai trouvé une fonction ψ', correspondant aux variables indépendantes p et t, et qui est

$$(9) \qquad \psi' = k\log T - \frac{Ape}{T} - \frac{\lambda - k\Theta}{T} + \frac{r}{\Theta} + (c - k)\log\Theta:$$

k est la chaleur spécifique de la vapeur surchauffée à pression constante ; Θ est la température absolue $273 + \theta$ de la vapeur saturée sous la pression p; λ est la chaleur totale, égale pour l'eau à $606,5 + 0,305\theta$, et r la chaleur d'évaporation, qu'on peut, avec Clausius, prendre égale, pour l'eau, à $607 - 0,708\theta$; k est supposé invariable.

» Dans l'expression (9) de ψ' il n'entre donc qu'une seule quantité spéciale à la vapeur surchauffée, c'est sa chaleur spécifique k à pression constante; et il faut remarquer que l'expérience ne nous a encore fourni aucune autre donnée sûre. Voyons maintenant ce que nous donnera la théorie.

» De l'équation (8), où ψ' est désormais connu, on déduit facilement v, U', et par suite U : de là on conclut la valeur de l'entropie

$$S = k \log T + (c - k) \log \Theta + \frac{r}{\Theta}.$$

On obtient de même la valeur $k - k'$ de la différence des deux chaleurs spécifiques; cette différence, dont l'expression algébrique est assez compliquée, varie un peu, dans l'hypothèse de k constant, avec la pression et le degré de surchauffe; pour les surchauffes ordinaires, on peut prendre $k - k' = 0,131$, et pour les surchauffes excessives $0,125$.

» On pourrait également des formules générales tirer, en fonction de ψ', les valeurs des coefficients de dilatation sous pression constante, et à volume constant. Si l'on compte la dilatation à partir de zéro, et qu'on désigne par α le coefficient de dilatation dans cette hypothèse, on obtient

$$\frac{\alpha}{1 + \alpha\theta} = \frac{1}{\Theta} + \frac{k - \frac{d\lambda}{d\theta}}{r}. \tag{10}$$

» La recherche du coefficient de dilatation à volume constant aurait peu d'intérêt, mais en supposant, ce dont personne ne doute, que les vapeurs très-surchauffées se comportent comme les gaz, on obtient une expression de la loi des tensions maxima, qui reproduit d'une façon remarquable les résultats des expériences de M. Regnault, et dont M. Dupré avait déjà donné la forme par une tout autre méthode.

» Je suis, du reste, par la voie que j'ai suivie, parvenu à établir toutes les formules dont on a besoin pour résoudre les problèmes qui se rapportent aux vapeurs surchauffées, sujet qui, jusqu'à ce jour, n'avait été que fort incomplétement traité. Je suis obligé, pour abréger, de passer ici ces formules sous silence.

» Lorsqu'on rapproche toutes les parties de la théorie des vapeurs tant saturées que surchauffées, on reconnaît facilement que, pour édifier cette théorie, il suffit de connaître la chaleur spécifique du liquide, sa chaleur d'évaporation et la chaleur spécifique de sa vapeur sous pression constante : avec les seuls éléments fournis par l'expérience, on trouve les fonctions caractéristiques, et la théorie est faite; toutes les déterminations expérimentales que l'on aura en plus seront autant de vérifications de la théorie et des principes de la thermodynamique, et ces vérifications ne laissent rien à désirer. »

HYDRAULIQUE. — *Nouvelles études sur les eaux courantes.* Deuxième Mémoire (*) de **M. P. Boileau**, présenté par M. Serret. (Extrait par l'Auteur.)

(Commissaires : MM. Delaunay, Yvon Villarceau, Phillips.)

« Les relations générales que j'ai précédemment établies, soit pour l'ensemble d'un courant à régime uniforme, soit pour chacune des nappes à égale vitesse dont sa *région principale* se compose, entre le travail moteur de la gravité, la portion de ce travail qui est dépensée pour l'entretien des forces vives latentes, et celle qui est consommée par les résistances au mouvement relatif de transport, doivent être développées de manière à se trouver préparées pour les applications pratiques, au moyen de notions expérimentales dont les plus importantes sont les lois de la distribution des vitesses : le présent Mémoire a pour objet celles qui concernent les canaux et les rivières. J'avais reconnu, dès l'année 1845, en évitant toute influence anormale, que le maximum de vitesse a lieu en dessous de la surface; que sa position dépend principalement de mouvements moléculaires intestins; que, dans les deux parties de la hauteur des courants séparées par le point correspondant, la loi des vitesses n'est pas exactement la même, et que, dans la partie inférieure, sur la verticale du thalweg, cette loi peut être représentée par une fonction de la forme

$$(1) \qquad v = A - B z^2,$$

z étant la hauteur de la surface au-dessus d'un filet quelconque dont la vitesse est v; postérieurement, j'ai pu étendre ces conséquences d'une première étude (**).

(*) *Voir* les *Comptes rendus*, t. LXVII.

(**) *Traité de la Mesure des Eaux courantes;* Paris, 1854.

» Les mesures de vitesses effectuées dans diverses sections du Mississipi, et faisant partie d'un ensemble d'investigations concernant le régime de ce grand fleuve (*) entreprises en 1850 par une Commission d'ingénieurs distingués des États-Unis, confirment les propriétés que j'avais indiquées; mais, pour établir l'équation de la parabole, on a pris des moyennes entre des résultats correspondant à des circonstances différentes. M. Bazin, dans un important ouvrage publié en 1865, a proposé, pour un cas particulier de ses expériences sur les canaux, une formule d'après laquelle le coefficient de z^2 serait proportionnel à la racine carrée de la pente, et inverse à la puissance $\frac{3}{2}$ de la hauteur des courants; mais les données expérimentales ne permettent pas de déterminer la position du maximum de vitesse, et laissent de l'incertitude sur la valeur de A. En résumé, une nouvelle recherche des coefficients de la formule primitive (1) paraissait nécessaire.

» Je démontre, en m'appuyant sur les propriétés de la parabole, que le facteur B varie en raison inverse du carré de la distance θ de la surface du courant au filet animé du maximum de vitesse, et que le terme A est égal à ce maximum V augmenté du coefficient de la proportionnalité de B; d'où il résulte que la loi de distribution des vitesses dans le thalweg est, entre le filet précité et le fond du lit,

$$v = V + c - \frac{c}{\theta^2} z^2.$$

Pour la partie supérieure, dont la hauteur est θ, j'ai obtenu par d'autres considérations la formule

$$v = w - \frac{c}{\theta^2} z^2 + \frac{V - w + c}{\theta} z,$$

w étant la vitesse superficielle. Quant au coefficient c, j'ai employé, pour le déterminer, les deux séries d'expériences que j'avais faites en 1845 dans les conditions du régime uniforme, une série de mesures de vitesses effectuées dans un bras du Rhin par M. Hennocque et la plus régulière des séries concernant le Mississipi : les deux premiers cas conduisent exactement à une même valeur numérique; pour les deux fleuves, la position du maximum de vitesse n'est pas déterminée avec autant de précision que dans ces cas, où les points d'observation étaient très-rapprochés, mais on peut lui assigner des limites certaines, et la valeur précédente de c se trouve

(*) *Voir* le savant Rapport publié à Philadelphie en 1861 par MM. Humphreys et Abbot.

comprise entre celles qui correspondent à ces limites, de sorte qu'en considérant la grande différence des données principales des quatre séries, il y a lieu de reconnaître que ce coefficient est, ou constant, ou très-peu variable. On peut en juger par le tableau suivant :

	Canal à section rectangulaire.		Rhin.	Mississipi.
Profondeur.	0^m,206	0^m,348	2^m,450	32^m,025
θ.........	0,050	0,064	entre 0^m,40 et 0^m,41	entre 6^m,10 et 6^m,71
V........	0,616	0,871	0^m,810	1^m,458
c.........	0,0107	0,0107	entre 0^m,01043 et 0^m,01096	entre 0^m,0093 et 0^m,0113

» L'importance de la position du maximum de vitesse m'a engagé à en chercher la condition générale; en considérant, pour une tranche verticale du courant, le travail intestin comme composé de deux parties dont l'une dépend de la vitesse relative latérale, et l'autre de celle des filets consécutifs de cette tranche, j'ai reconnu que le filet animé de la plus grande vitesse absolue est celui pour lequel les dérivées du premier ordre des fonctions qui représentent ces deux travaux composants sont égales entre elles. Le maximum de vitesse est à une profondeur croissante avec la distance de la tranche considérée au thalweg, et la résistance de l'air en temps calme, tout en augmentant chacune des profondeurs, tend à les égaliser.

» Quant à l'influence de la pente des courants, mes calculs s'accordent avec ceux de M. Bazin, pour montrer que la vitesse relative des filets liquides augmente proportionnellement à la racine carrée de cette pente; mais la relation à laquelle j'ai été conduit par les résultats d'expérience obtenus dans les conditions du régime uniforme diffère notablement, sous d'autres rapports, de la formule précitée de cet ingénieur.

» Examinant les conséquences de l'ancienne théorie, je fais voir que, pour établir un accord entre les notions sur lesquelles elle s'appuie et les lois constatées de la distribution des vitesses, il faudrait faire dépendre de la résistance des parois les forces intérieures que cette théorie considère, et il y a lieu d'en inférer que les mouvements moléculaires excités par les aspérités de ces parois se propagent dans la masse liquide suivant une loi de décroissement fonction de la vitesse relative des filets. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Note sur l'oxydation de l'acide pyrogallique.* Note de **M. Aimé Girard**, présentée par M. Dumas.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

« L'oxydation de l'acide pyrogallique, lorsqu'elle a lieu dans une liqueur acide, est accompagnée d'un phénomène de réduction inattendu sur lequel je me propose d'appeler l'attention dans cette Note.

» Dans les circonstances habituelles, c'est-à-dire en présence d'un agent oxydant et d'un alcali, l'acide pyrogallique se transforme en oxyde de carbone, en carbonate et acétate alcalins, auxquels viennent s'ajouter des produits fortement colorés et incristallisables. Soumis, au contraire, à l'action d'un composé oxydant acidifié, le même acide se scinde nettement, d'une part en produits oxydés dont les principaux sont l'oxyde de carbone et l'acide carbonique, et, d'une autre, en un composé réduit, aussi intéressant par son mode de formation que par ses propriétés.

» Si l'on mélange, par exemple, une solution de nitrate d'argent avec une solution d'acide pyrogallique, et si l'on reprend par l'alcool le dépôt qui ne tarde pas à se former, on reconnaît que ce dépôt contient, à côté de l'argent réduit, un produit nouveau de couleur rouge, neutre, volatil et présentant, sous beaucoup de rapports, une analogie remarquable, quoique superficielle, avec l'alizarine et la purpurine extraites de la garance.

» La composition de ce nouveau produit correspond à la formule $C^{20}H^{8}O^{9}$ ou mieux $C^{40}H^{16}O^{18}$, comme le montrent les analyses ci-dessous, exécutées les unes sur des échantillons cristallisés, les autres sur des échantillons sublimés :

					Moyenne.	Calculé.
Carbone.....	59,6	60,0	60,0	60,1	59,9	60,0
Hydrogène...	4,0	3,9	4,0	3,9	4,0	4,0
Oxygène.....	36,4	36,1	36,0	36,0	36,1	36,0
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

» D'autres agents oxydants peuvent, comme le nitrate d'argent, donner naissance à ce produit, mais celui qui permet de l'obtenir avec le plus de régularité est le permanganate de potasse additionné d'acide sulfurique (1).

(1) M. E. Monier a signalé les vapeurs d'acétone comme accompagnant l'acide carbonique dans le cas d'oxydation vive de l'acide pyrogallique par le permanganate acidifié.

» Quel que soit, d'ailleurs, l'agent oxydant employé, il faut, pour obtenir ce nouveau produit, opérer avec prudence, si l'on ne veut retomber sur les produits fortement colorés qu'engendre presque toujours l'oxydation des composés galliques.

» Je me contenterai d'indiquer ici la manière de faire qui m'a, jusqu'à présent, fourni les meilleurs résultats. La solution oxydante est formée de 60 grammes de permanganate de potasse dissous dans un litre d'eau, et chaque litre est additionné de 55 grammes d'acide sulfurique monohydraté. L'acide pyrogallique est dissous dans une petite quantité d'eau, et on laisse tomber doucement, en évitant une trop grande élévation de température la liqueur oxydante dans la solution pyrogallique. Celle-ci se colore immédiatement en jaune foncé, et même en brun pour peu que l'action soit trop vive; elle laisse dégager, avec effervescence, un mélange d'oxyde de carbone et d'acide carbonique, et se trouble presque aussitôt, en laissant déposer des flocons cristallins d'un beau rouge orangé.

» Dans mes essais, exécutés nécessairement sur de petites proportions, je n'ai jamais eu de rendement inférieur à 12 pour 100 du poids de l'acide pyrogallique.

» Les flocons orangés sont lavés avec un peu d'eau, puis redissous dans l'alcool, ou sublimés. Le produit, qui est anhydre, a, dans les deux cas, la même composition et les mêmes propriétés; je le désigne sous le nom de *purpurogalline*.

» Dans la préparation de ce corps, l'agent oxydant ne doit pas être ajouté en quantité indéfinie, car la purpurogalline, ainsi que je l'indiquerai plus loin, est elle-même oxydable, et l'emploi d'un excès de nitrate d'argent, de permanganate, etc., la transforme en un composé plus coloré, brunâtre et non cristallisable. C'est à la formation de ce composé, formation que je n'ai pu éviter jusqu'ici, qu'il faut attribuer la faiblesse du rendement que j'ai constaté. Quoi qu'il en soit, si l'on opère avec la solution de permanganate dont j'ai donné la formule, 250 centimètres cubes suffisent pour 10 grammes d'acide pyrogallique.

» L'oxyde de carbone et l'acide carbonique sont les produits oxydés principaux qui accompagnent la purpurogalline. A côté de ces produits, j'ai reconnu la présence de l'acide oxalique, mais je ne saurais dire, dès aujourd'hui, si cet acide est un produit de la réaction primitive, ou s'il résulte d'une réaction secondaire. La formation de l'acide carbonique et de l'oxyde de carbone, la production de l'eau suffisent, du reste, à expliquer le phénomène, comme le montrent les deux équations suivantes :

$$4(C^{12}H^6O^6) + O^{10} = C^{40}H^{16}O^{18} + 8CO + 8HO,$$

$$4(C^{12}H^6O^6) + O^{18} = C^{40}H^{16}O^{18} + 8CO^2 + 8HO.$$

» La purpurogalline sublimée se présente sous la forme de belles aiguilles d'un rouge grenat, plus colorées et plus brillantes que les aiguilles d'alizarine. Sa sublimation a lieu vers 200 degrés; dans les conditions ordinaires, cette sublimation est accompagnée d'une légère décomposition; mais cette décomposition est facile à éviter en projetant la matière sur un bain de mercure chauffé un peu au delà de 200 degrés.

» Elle est peu soluble dans l'eau, plus soluble dans l'alcool, soluble également dans l'éther et la benzine; elle colore tous ces dissolvants en jaune.

» Elle se dissout dans l'acide sulfurique et forme avec lui une combinaison cristallisée en belles aiguilles cramoisies que l'eau décompose aisément; la plupart des acides la dissolvent de même, sans l'altérer.

» L'acide nitrique l'attaque vivement; l'acide monohydraté peut même l'enflammer, l'acide ordinaire la convertit en acide picrique.

» Les solutions de purpurogalline prennent au contact de la potasse et de l'ammoniaque une belle coloration d'un bleu franc, mais cette coloration est éphémère; au bout de quelques minutes, la liqueur verdit, puis devient jaune.

» L'eau de chaux, l'eau de baryte colorent les mêmes solutions en bleu violacé, mais ces colorations ne tardent pas à disparaître.

» Le sulfate d'alumine ne modifie pas la teinte jaune des solutions de purpurogalline; mais, si l'on ajoute de l'ammoniaque, il se précipite bientôt une laque qui, du violet bleu, passe peu à peu au brun.

» L'acétate de plomb les précipite en brun rouge.

» L'azotate d'argent les colore d'abord en bleu violacé, puis la coloration se modifie, la liqueur brunit et l'argent est ramené à l'état métallique.

» Le chlorure d'or donne, avec ces solutions, une coloration d'un rouge carmin très-vif, qui disparaît également pour faire place à une coloration brune et à un dépôt d'or métallique.

» Les faits que je viens de rapporter montrent clairement que la purpurogalline, stable lorsqu'elle est isolée ou placée dans un milieu acide, s'oxyde avec rapidité lorsqu'elle est en présence des bases.

» La purpurogalline est une matière tinctoriale énergique; elle teint rapidement et profondément les tissus mordancés, mais les quelques essais que j'ai faits dans ce sens ne m'ont fourni jusqu'ici que des couleurs d'un

faible éclat. Avec les mordants de fer, j'ai obtenu des tons noirs et bruns; avec les mordants d'alumine, des tons rouge-brun et des tons bois. Quelques-unes de ces teintures paraissent cependant de nature à être l'objet de recherches suivies de la part des industriels compétents.

» Telles sont les principales propriétés de la purpurogalline. En poursuivant l'étude de ce nouveau composé, je recherche, en ce moment, s'il existe quelque relation entre lui et les acides rufigallique et ellagique. J'ai entrepris également d'examiner comment se comportent l'acide gallique et l'acide tannique placés dans des conditions identiques ou analogues à celles qui ont déterminé la formation de la purpurogalline. »

MINÉRALOGIE. — *Nouvelles recherches cristallographiques et optiques sur la forme clinorhombique du wolfram.* Note de **M. Des Cloizeaux**, présentée par M. Delafosse.

(Renvoi à la Section de Minéralogie.)

« Dans un Mémoire publié en 1850 (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, tome XXVIII), j'avais déjà cherché à prouver par des mesures directes que, contrairement à l'opinion de la plupart des minéralogistes, le wolfram appartenait au système clinorhombique, tout en offrant une forme *limite* très-voisine du type orthorhombique. Mais, comme on le sait, les cristaux de ce minéral se prêtent bien rarement à des mesures assez précises pour faire reconnaître un prisme d'une faible obliquité, et il ne m'avait pas été possible de multiplier assez mes observations pour les rendre indiscutables. De plus, au moment où ces observations ont été publiées, on ne connaissait que du wolfram opaque, et il ne paraissait pas probable qu'on pût arriver à contrôler les déterminations cristallographiques au moyen des caractères optiques. Les expériences de H. de Senarmont, sur la conductibilité calorifique des cristaux de wolfram, n'étaient d'ailleurs pas suffisantes pour décider la question; car, en opérant sur une lame mince, polie suivant le clivage facile, on voit bien que la courbe isotherme est une ellipse dont le grand axe paraît sensiblement parallèle à l'axe vertical du prisme primitif; mais ce parallélisme, qui existe forcément si le prisme est droit, peut exister fortuitement si le prisme est oblique.

» J'avais essayé, il y a quelques années, de soumettre au microscope polarisant les fines aiguilles rouges, translucides, de Schlaggenwald, désignées par Breithaupt sous le nom de *mégabasite*, et de très-petits prismes, d'apparence rectangulaire, également translucides, de Zinnwald; mais la

petitesse de ces aiguilles et de ces cristaux ne m'avait permis d'obtenir aucun résultat satisfaisant.

» Dans une excursion que j'ai faite à Saint-Pétersbourg, pendant l'été de 1868, j'ai été assez heureux pour recevoir de M. l'Ingénieur Koulibine, deux fragments de cristaux de Bayewka, près Ékaterinbourg (Oural), dont l'aspect extérieur rappelle celui du wolfram de Puy-les-Vignes, près Limoges, et d'Adun-Tschilon, dans l'Oural; seulement la poussière de ces cristaux est d'un rouge brun, et, à l'état de lamelles très-minces, ils sont transparents et d'un beau rouge. Cette transparence est suffisante pour permettre de constater, à travers des lames parallèles au clivage facile, que les axes optiques sont compris dans le plan même de ces lames, et que l'une de leurs bissectrices fait un angle d'environ 19 degrés avec l'arête verticale du prisme primitif.

» L'obliquité de ce prisme ne saurait donc être mise en doute, et les caractères optiques viennent confirmer les indications fournies par mes anciennes observations cristallographiques et par les différences physiques que tous les minéralogistes ont remarquées entre certaines faces des gros cristaux de Zinnwald.

» Le type cristallin étant fixé d'une manière définitive, j'ai essayé de nouveau de déterminer ses dimensions, en éliminant autant que possible les erreurs qu'entraîne nécessairement la mesure des angles des cristaux de wolfram; ces cristaux, même très-petits, se composent en effet de feuillets minces, superposés assez irrégulièrement pour que les différentes faces appartenant à une même zone se coupent suivant des lignes plus ou moins divergentes. Cette divergence ne paraissant soumise à aucune règle, j'ai trié avec soin une quarantaine de très-petits cristaux, au milieu d'une poudre grossière formée par un mélange de grenat manganésifère, de mica et de wolfram tantalifère, et provenant de la carrière de la Vilate, près Chanteloube (Haute-Vienne). J'ai choisi les moins imparfaits de ces cristaux, et j'ai multiplié sur eux les mesures propres à établir la valeur de l'obliquité de la forme primitive. En opérant ainsi, pour l'angle qu'une face du biseau principal e^1 fait avec le plan h^1 passant par les diagonales horizontales des bases, j'ai obtenu 75 valeurs de cet angle, à l'aide de 21 cristaux; la différence s'est élevée à $1\frac{1}{2}$ degré entre les valeurs extrêmes, mais elle se réduit à $\frac{1}{2}$ degré, lorsque l'on compare la moyenne générale avec les nombres déterminés seulement sur les cristaux les plus nets.

» Mes nouvelles recherches m'ont conduit à reconnaître que la diagonale inclinée de la base du prisme primitif fait, avec l'arête verticale antérieure

de ce prisme, un angle plus voisin de 90 degrés que je ne l'avais admis dans mon premier Mémoire, et, par suite, à modifier légèrement les incidences calculées contenues dans ce Mémoire. Les dimensions rectifiées de la forme primitive et les principaux angles du wolfram sont :

$b : h :: 1000 : 667,764 \quad D = 769,483 \quad d = 638,667.$

Angle plan de la base $= 100^\circ 36' 54''$.
Angle plan des faces latérales $= 90^\circ 24' 32''$.

$mm = 100^\circ 37'$ en avant.
ph^1 antér. $= 90^\circ 38'$.
$pd = 178^\circ 44'$; macle parallèle à h^1.
$o^2 h^1$ adjac. $= 118^\circ 6'$.
$a^2 h^1$ adjac. $= 117^\circ 6'$.
$o^2 {}_{z}o = 123^\circ 48'$ sortant; macle parallèle à h^1.
$a^2 {}_{z}v = 125^\circ 48'$ rentrant; macle parallèle à h^1.
* $e^1 e^1 = 98^\circ 6'$ sur p.
* $e^1 h^1$ post. $= 89^\circ 31'$.
* $b^{\frac{1}{2}} h^1$ adjac. $= 128^\circ 0'$.
$e^1 {}_{1}\partial = 179^\circ 2'$ sortant; macle parallèle à h^1.
$h^1 {}_{1}y = 178^\circ 54'$; macle parallèle à $e^{\frac{3}{2}}$.

» Les deux fragments cristallins de Bayewka, qui m'ont fourni des lames transparentes, étaient trop incomplets pour que j'aie pu m'assurer si la bissectrice des axes optiques, qui fait un angle de 19 degrés avec l'arête verticale $\frac{m}{m}$, s'incline vers la face antérieure o^2 ou vers la face postérieure a^2. La fragilité du minéral ne m'a pas non plus permis d'obtenir de lames normales aux bissectrices assez transparentes pour laisser apercevoir les anneaux colorés, soit dans l'air, soit dans l'huile; on ne sait donc encore rien sur l'écartement ou la dispersion des axes optiques.

» D'après les analyses de M. Koulibine, ce wolfram de Bayewka contient 21 pour 100 d'oxyde manganeux et seulement 2 pour 100 d'oxyde ferreux; il se rapproche donc beaucoup de la *Hubnérite* (MnO, WO^3) de l'État de Nevada; sa densité $= 7,357$.

» M. G. Rose est l'un des observateurs qui ont le plus contribué à faire regarder le wolfram comme orthorhombique, et la principale raison qu'il donnait de cette manière de voir était l'existence de macles, formées par deux individus assemblés suivant la face *inobservée* $e^{\frac{3}{2}}$, de manière à présenter leurs faces h^1 dans un même plan. Mais les échantillons qui offrent ce genre d'assemblage (au moins ceux que j'ai été à même d'examiner) ont

des dimensions considérables, comme la plupart des cristaux de Zinnwald; leurs faces h^1 portent des stries verticales plus ou moins profondes, et il paraît bien difficile, pour ne pas dire impossible, de distinguer à la simple vue si ces faces sont rigoureusement dans un même plan, ou si elles font entre elles l'angle de 178°54', déduit des données cristallographiques que j'ai adoptées. Il en est de même pour la macle la plus commune, qui résulte d'une hémitropie autour d'un axe normal à h^1 et qui appartient, comme je l'ai fait remarquer autrefois, à l'un des modes de groupement les plus fréquents dans les cristaux du système clinorhombique (pyroxène, amphibole, gypse, etc.); l'angle de 179°2', sous lequel doivent se couper les faces e^1 des deux individus accolés, est généralement inappréciable par suite des ondulations que présentent ces faces. Du reste, on ne doit pas trop s'appuyer sur un argument tiré de l'existence ou de la non-existence d'angles aussi voisins de 180 degrés, car on sait qu'il n'est guère de macle où l'accolement de deux individus se fasse avec une précision mathématique, et on remarque souvent, dans cet accolement, des coins de remplissage dont l'angle est de plus de 1 degré. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la véritable nature de l'Esmarkite.* Note de **M. Des Cloizeaux**, présentée par M. Delafosse.

(Renvoi à la Section de Minéralogie.)

« On a désigné sous le nom d'*Esmarkite* deux substances tout à fait différentes, mais qui se trouvent ensemble à Brekke, près Brevig en Norvége. L'une est une véritable *praséolite*, qui se présente en prismes à 6 ou à 12 pans plus ou moins arrondis, d'un gris verdâtre ou bleuâtre, et dont la composition, établie par une analyse d'Erdmann, est celle de la Cordiérite (MgO^2, Al^2O^6, SiO^{10}), plus un équivalent d'eau; l'autre, à peine connue dans quelques collections, et dont il n'a été jusqu'ici fait mention dans aucun Traité de Minéralogie, a des caractères entièrement distincts, que j'ai pu étudier sur des échantillons bien authentiques, dans une visite que j'ai faite en Norvége, pendant l'été de 1868, à la belle collection du pasteur Esmark.

» Cette Esmarkite se présente en masses laminaires, très-rarement homogènes sur une étendue de 6 à 8 centimètres, le plus souvent interrompues et pénétrées ordinairement par du quartz, quelquefois par de la Wernérite, de la praséolite ou du mica. Trois clivages inégalement faciles permettent de diviser la substance en parallélipipèdes obliquangles, qui

offrent les formes m, g^1, p d'un feldspath triclinique; suivant p, le clivage est facile et il produit des faces éclatantes; il est moins facile suivant g^1, et il est interrompu parallèlement à m. Les inclinaisons mutuelles de ces clivages sont d'environ :

$mg^1 = 117°53'$ moyenne.
pg^1 droit $= 93°51'$ moyenne.
pg^1 gauche $= 86°9'$ (86°0' observé).
$pm = 111°38'$ moyenne.

» La face p est sillonnée, parallèlement à son intersection avec g^1, par des stries fines, dues à l'interposition de nombreuses lames hémitropes, excessivement minces et parallèles à g^1. L'angle rentrant de deux bases voisines est de 172° 18'.

» On remarquera que les angles précédents sont très-rapprochés de ceux de l'anorthite, dans laquelle on a :

$mg^1 = 117°34'$.
pg^1 droit $= 94°10'$.
pg^1 gauche $= 85°50'$.
pm 110°40'.

» Le minéral est d'un gris verdâtre tirant sur le bleu; sa cassure est esquilleuse; son éclat, vitreux sur les plans de clivage, est gras dans la cassure. Il est translucide et devient transparent en lames très-minces. Le plan de ses axes optiques est oblique à p et à g^1, et ce plan fait un angle aigu avec l'arête $\frac{p}{g^1}$; une des bissectrices est fortement oblique à la base, à travers laquelle on voit un seul système d'anneaux. Sa dureté est comprise entre celle de l'apatite et celle de l'orthose; sa densité $= 2,737$.

» Au chalumeau, il blanchit et fond difficilement, sur les bords minces, en verre incolore. L'acide azotique bouillant l'attaque en partie, en laissant un résidu blanc.

» Une analyse, faite par M. Pisani sur de petits fragments triés avec soin et bien vitreux, a donné (1) :

---

(1) Un échantillon blanchâtre un peu altéré, sans clivages apparents, regardé comme une sorte de Wernérite, et remis il y a quelques années par M. Sœmann à M. Pisani, avait fourni à ce chimiste :

SiO^2 48,78 Al^2O^3 32,65 Fe^2O^3 0,87 CaO 13,32 MgO 1,15 NaO 2,59
KO 0,63 HO 1,30 = 101,29.

		Oxygène.		Rapport.
Silice	47,50		25,33	5
Alumine	33,70		15,70	3
Chaux	15,40	4,40	5,19	1
Magnésie	0,56	0,22		
Soude	1,84	0,47		
Potasse	0,59	0,10		
Eau	0,94			
	100,53			

» Cette composition ne diffère de celle d'une anorthite que par une proportion de silice dépassant de 4 pour 100 celle qu'exigent le rapport $RO : R^2O^3 : SiO^2 :: 1 : 3 : 4$ et la formule RO, R^2O^3, SiO^4; mais ce désaccord, qui existe entre la composition théorique et les résultats obtenus directement, lorsqu'on regarde l'Esmarkite comme une anorthite, se présente aussi pour certaines anorthites vitreuses et bien caractérisées, sans qu'on puisse exactement en saisir la cause. Que l'on jette, en effet, les yeux sur les analyses suivantes : *a*, des cristaux de la Somma, par Abich; *b*, des gros cristaux blancs de Höjden en Suède, par Lindström; *c*, des grains cristallins de Selfjall en Islande, par Forchammer; *d*, des grains vitreux enchâssés dans une lave cellulaire des bords de la Thjorsà en Islande, par Damour :

	a.	oxyg.	*b*.	oxyg.	*c*.	oxyg.	*d*.	oxyg.
Silice	43,96	23,44	43,51	23,20	47,63	25,40	45,97	24,52
Alumine	35,30	16,63	35,54	16,67	32,52	15,75	33,28	15,84
Ox. ferrique	0,63		0,37		2,01		1,12	
Chaux	18,98	5,79	18,78	5,59	17,05	5,40	17,21	5,40
Magnésie	0,45		trace		1,30		»	
Soude	0,47		0,54		1,09		1,85	
Potasse	0,39		0,51		0,29		»	
Eau	»		1,84		»		»	
	100,18		101,09		101,89		99,43	
Densité	»		2,71		2,70		2,75	

on voit que les deux premières analyses, *a* et *b*, conduisent seules exactement au rapport 1 : 3 : 4 entre les quantités relatives d'oxygène des bases et de la silice; dans les deux autres, *c* et *d*, ce rapport se rapproche davantage de 1 : 3 : 5. Cependant, les grains vitreux d'Islande, malgré leur excédant de silice, s'attaquent aussi complétement par l'acide chlorhydrique que les cristaux de la Somma, et mieux que l'Esmarkite.

» Quoi qu'il en soit, d'après la très-grande analogie qui existe, pour la forme cristalline, la densité et la composition chimique, entre l'anorthite et l'Esmarkite, il paraît naturel de regarder cette dernière comme une simple variété laminaire de la première, plutôt que de l'ériger en une nouvelle espèce de feldspath comprise entre l'anorthite et le labradorite.

» L'Esmarkite n'a été jusqu'ici rencontrée que dans les granites de Brekke, paroisse de Bamle, près Brevig en Norvége, où elle est associée à de grandes aiguilles de bamlite, à de beaux cristaux de praséolite et de Wernérite, et à un mica vert. »

M. G. **Brouzet** adresse, de Nîmes, une Note « sur un procédé nouveau pour régénérer les graines de vers à soie ».

(Renvoi à la Commission de Sériciculture.)

M. **Faye** dépose sur le bureau de l'Académie un Mémoire destiné au concours pour le grand prix de Mathématiques à décerner en 1869 (question relative à l'accélération du moyen mouvement de la Lune), avec cette épigraphe : « parler sans haine et sans crainte, dire toute la vérité et rien que la vérité ».

(Renvoi à la Commission.)

M. **Charrière** adresse les figures de ses appareils de sauvetage et d'extinction dans les cas d'incendies, et quelques Notes additionnelles à ses précédentes Communications sur ce même sujet.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **de Saint-Venant** est prié de vouloir bien s'adjoindre à la Commission nommée pour examiner le Mémoire de *M. Boussinesq* portant pour titre : « Essai sur la théorie des ondes liquides périodiques ».

Cette Commission se composera donc de MM. Delaunay, O. Bonnet, Jamin, de Saint-Venant.

CORRESPONDANCE.

PHYSIQUE. — *Sur la dilatation absolue du mercure, et sur la comparaison des thermomètres à mercure avec le thermomètre à air.* Lettre adressée à M. le Secrétaire perpétuel par **M. Bosscha** (1).

« J'ai l'honneur de vous envoyer ci-joint deux Mémoires, qui ont été publiés dans les *Archives néerlandaises de la Société de Harlem*, et que je vous prie de bien vouloir offrir de ma part à l'Académie des Sciences. Je me permets d'accompagner cet envoi de quelques remarques concernant le but et les résultats de mon travail. Vous m'obligeriez beaucoup en les communiquant à l'Académie. Mon seul but étant de fixer l'attention des physiciens sur une question qui me paraît très-importante pour la théorie de la chaleur, je serais heureux si le résumé suivant pouvait trouver une place dans les *Comptes rendus* de l'Académie.

» Mon premier Memoire contient les calculs par lesquels j'ai tâché de déduire, des expériences de M. Regnault sur la dilatation absolue du mercure, une valeur de cette constante plus exacte que celle que ce savant présente dans son Mémoire comme le résultat de ses recherches. Je m'étais d'abord proposé de vérifier simplement une formule, qui me paraissait être l'expression la plus probable de la loi de dilatation de ce liquide. Mais en examinant les expériences et les calculs de M. Regnault, je reconnus bientôt que la méthode par laquelle ce physicien a déduit les résultats numériques des données de ses observations est loin de suffire à la précision remarquable de ses mesures. Convaincu que les travaux de cet éminent expérimentateur ne pouvaient que gagner en valeur à mesure qu'ils étaient discutés avec plus de soin, je n'ai pas hésité à soumettre à un nouveau calcul l'ensemble des expériences sur la dilatation du mercure. Les conclusions auxquelles m'a conduit cet examen ont pleinement justifié mes prévisions. Pour exprimer la dilatation du mercure en fonction de la température, j'ai obtenu une formule qui satisfait bien mieux aux observations que la formule de M. Regnault.

» Encouragé par ce résultat, j'ai entrepris de traiter de la même manière les expériences sur la marche du thermomètre à mercure, expériences qui présentent, pour la détermination des constantes de la théorie de la chaleur,

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant les limites réglementaires, serait reproduite en entier au *Compte rendu*.

une bien plus grande importance, et qui paraissent devoir résoudre une question à laquelle on a accordé trop peu d'attention jusqu'ici.

» On se souvient que M. Regnault, à la suite de ses expériences sur la mesure des températures, a admis que, entre zéro et 100 degrés, il existe une légère différence de marche entre le thermomètre à mercure et le thermomètre à air. D'après lui, les thermomètres à mercure seraient, entre les limites de température citées, constamment en retard sur les thermomètres à air. Mais cette conclusion est *en contradiction* avec d'autres expériences plus anciennes de M. Regnault et avec celles d'autres physiciens qui ont tâché de déterminer la différence de marche des deux instruments. Il paraît que la discordance des résultats obtenus a induit M. Regnault à regarder la détermination exacte de cette différence comme un problème dont la solution, dans l'état actuel de la science, dépasse les limites de nos ressources expérimentales.

» Cependant la connaissance exacte de la marche du thermomètre à mercure est de la plus grande importance pour les mesures calorimétriques. La distance qui sépare les températures initiale et finale du calorimètre est ordinairement si faible, qu'une légère erreur dans la détermination de ces températures exerce une influence considérable sur le résultat.

» Il suffira de remarquer que M. Regnault a cru devoir évaluer les corrections de ces températures jusqu'à *un dix-millième du degré centigrade.* Or il est facile de démontrer que la correction à appliquer par suite de la différence de marche du thermomètre à mercure et du thermomètre à air est très-probablement beaucoup plus considérable.

» En effet, soit ε la plus grande différence que présentent les deux instruments entre zéro et 100 degrés; soient t_0 et t_1 les températures initiale et finale du calorimètre, la correction $\Delta(t_1 - t_0)$ que doit subir la valeur de l'intervalle de température $t_1 - t_0$ sera donnée par l'équation

$$\frac{\Delta(t_1 - t_0)}{t_1 - t_0} = \frac{\varepsilon}{2500}[100 - (t_1 + t_0)].$$

» En supposant $t_0 = 7°,5$, $t_1 = 17°,5$, une différence ε égale au dixième d'un degré centigrade donnerait une correction de 0°,03, c'est-à-dire 300 fois plus grande que la quantité que M. Regnault a cru devoir prendre en considération. Or, d'après les anciennes expériences de M. Regnault, ε serait $= +0°,3$; d'après les mesures plus récentes et plus étendues publiées dans le Mémoire *Sur la Mesure des températures*, on aurait $\varepsilon = -0°,2$ à $-0°,1$. Il en résulterait une incertitude de 0°,5 sur la valeur de ε, et par

suite une erreur possible de $1\frac{1}{2}$ pour 100 dans la détermination de la quantité de chaleur abandonnée au calorimètre. Comme la perte de chaleur éprouvée par le corps porté dans le calorimètre doit subir une correction pareille, quoique plus faible, on peut évaluer à 2 pour 100 de leur valeur l'incertitude dont restent affectées les chaleurs spécifiques et latentes déterminées jusqu'ici, tant qu'il existera des doutes sur la véritable marche du thermomètre à mercure.

» Comme je m'y attendais, un calcul plus rigoureux fait disparaître entièrement la contradiction qui paraissait exister entre les anciennes observations de M. Regnault faites aux températures depuis zéro jusqu'à 100 degrés, et les observations plus récentes qui ont été publiées dans le Mémoire *Sur la Mesure des températures*, et qui se rapportent aux températures au-dessus de 100 degrés. En effet, il ressort avec pleine évidence que la différence des résultats obtenus est entièrement due à la nature différente du verre employé dans la confection des thermomètres. Entre zéro et 100 degrés, les thermomètres en verre ordinaire marquent *tous* plus haut que le thermomètre à air. Ce ne sont que les thermomètres en cristal de Choisy-le-Roi qui marquent plus bas. Cette différence est restée cachée à M. Regnault, parce que ses calculs ne permettaient pas une approximation suffisante.

» Mais, tandis que mes calculs démontrent ainsi la possibilité d'une détermination exacte de la marche du thermomètre à mercure entre zéro et 100 degrés, il n'en reste pas moins vrai que, tant que la marche de l'instrument employé n'a pas été déterminée avec soin, l'incertitude des valeurs trouvées pour les chaleurs spécifiques et latentes subsiste. En effet, la discussion des observations de M. Regnault m'a conduit à cette conclusion surprenante que *deux thermomètres qui ont été rigoureusement calibrés, dont les points fixes zéro et* 100 *degrés coïncident exactement, peuvent présenter, entre zéro et* 100 *degrés, des différences de près d'un demi-degré centigrade.*

» M. Regnault a constamment employé, dans ses expériences, des thermomètres en cristal de Choisy-le-Roi. Or ces thermomètres, étant les seuls qui, pour les points de l'échelle situés entre zéro et 100 degrés, marquent plus bas que le thermomètre à air, sont en quelque sorte des instruments exceptionnels, nullement comparables à ceux dont on se sert habituellement, ni à ceux qui sont employés par d'autres physiciens. Il en résulte que les valeurs numériques des constantes qui entrent dans le calcul des machines à vapeur, et qui jouent un rôle si important dans la théorie de la

chaleur, ne sont pas applicables aux circonstances qui se présentent dans la pratique, ni à celles dans lesquelles se placent d'autres expérimentateurs, à moins que ces valeurs n'aient subi une réduction à une unité constante et bien définie, savoir : *le degré centigrade du thermomètre à air.*

» Mais, en dehors de ce défaut de comparabilité que présentent les thermomètres à mercure, la différence de marche bien constatée du thermomètre à mercure avec enveloppe de cristal et du thermomètre à air rend nécessaire une correction de toutes les expériences calorimétriques de M. Regnault. C'est ainsi que, comme je l'ai remarqué dans mon second Mémoire, la quantité de chaleur abandonnée par 1 kilogramme de vapeur d'eau à 100 degrés, lorsqu'il se convertit en eau à zéro, doit être augmentée probablement de 3,5 calories.

» Voici même un exemple dans lequel la correction à appliquer surpasse notablement la valeur de la quantité qu'on a voulu déterminer. A la suite de ses recherches sur les chaleurs latentes de la vapeur d'eau, M. Regnault s'est proposé de mesurer la variation qu'éprouve la chaleur spécifique de l'eau à différentes températures. Dans le tableau des pages 742 et 743 du Mémoire de M. Regnault, les trois premières expériences donnent, pour la chaleur spécifique de l'eau à 107 degrés, en moyenne 1,00384. En supposant que le thermomètre du calorimètre eût la même marche que les thermomètres à déversement employés par M. Regnault dans ses recherches sur la mesure des températures, la correction à appliquer porterait la chaleur spécifique à 1,01071. La variation de la chaleur spécifique de l'eau avec la température serait donc plus de deux fois et demie plus considérable que ne le suppose M. Regnault. L'effet de la différence de marche du thermomètre à mercure et du thermomètre à air, qui rend inégales les valeurs des degrés aux différents points de l'échelle centigrade, est ici évidemment du même ordre que celui de la quantité qu'on veut mesurer.

» Ces exemples suffiront pour démontrer combien il est indispensable, non-seulement de déterminer dans des expériences futures la marche du thermomètre dont on veut se servir, comparée à celle du thermomètre à air, mais aussi de fixer, s'il est possible, la valeur exacte de la correction que doivent subir les données des expériences de M. Regnault pour les rapporter au thermomètre à air. Rien ne prouve, en effet, que les thermomètres employés par M. Regnault dans ses calorimètres aient eu la même marche que les thermomètres à déversement qui ont servi dans les recherches sur la mesure des températures. Tant qu'on ne connait pas d'une manière rigoureuse la marche des thermomètres par lesquels M. Regnault a déterminé

la température de ses calorimètres, tous les nombres obtenus par M. Regnault pour exprimer les chaleurs spécifiques et latentes sont plus ou moins incertains, ce qui, dans l'état actuel de la science, leur fait perdre une grande partie de leur valeur.

» J'ai fait observer dans mon second Mémoire que, pour obtenir les corrections nécessaires, il suffirait de comparer exactement les thermomètres employés par M. Regnault avec le thermomètre à air, à la température de 50 degrés, vu que la dilatation du verre est assez régulière pour permettre de déduire la courbe de la dilatation apparente du mercure entre zéro et 100 dégrés, des ordonnées aux températures zéro, 50 et 100 degrés. C'est donc une expérience bien simple, qui permettra de rendre aux mesures de M. Regnault toute l'exactitude que comportent les recherches d'un expérimentateur aussi consciencieux et aussi habile.

» J'ai cru devoir attirer sur ce point l'attention de l'Académie, qui compte à juste titre les Mémoires de M. Regnault parmi ses plus illustres travaux. »

PHYSIQUE. — *Observations de* M. **Regnault** *sur la Lettre adressée par* M. Bosscha.

« La Lettre de M. Bosscha se rapporte à deux Mémoires que ce savant a publiés dans les *Archives néerlandaises de la Société de Harlem*. Je ne connais pas encore ces Mémoires, de sorte que je ne puis m'occuper que du contenu de sa Lettre.

» Le premier Mémoire s'occupe de la dilatation absolue du mercure. M. Bosscha annonce qu'il a trouvé une formule plus probable pour exprimer la loi de la dilatation du mercure, et qu'en tout cas cette formule exprime beaucoup plus exactement l'ensemble de mes observations que celle que j'avais calculée moi-même.

» Je suis le premier à applaudir à ce résultat, et je désire qu'il en arrive autant pour toutes les formules d'interpolation que j'ai été obligé de calculer.

» Le second Mémoire traite de la comparaison du thermomètre à mercure avec le thermomètre à air. M. Bosscha est amené à discuter ce que j'ai publié sur ce sujet, et il conclut que toutes mes expériences calorimétriques ont besoin de subir une correction importante provenant de ce que je n'ai pas transformé convenablement les indications de mes thermomètres à mercure en températures du thermomètre à air. Sur ce sujet je ne suis nul-

lement d'accord avec M. Bosscha, et je vais prouver qu'il se trompe sur tous les points.

» M. Bosscha discute d'abord mon Mémoire sur la mesure des températures; il dit : « M. Regnault a admis que, entre zéro et 100 degrés, il existe » une légère différence de marche entre le thermomètre à mercure et le thermomètre à air. D'après lui les thermomètres à mercure seraient, entre les » limites de température citées, constamment en retard sur les thermomè» tres à air ». Je n'ai jamais dit cela, car toutes les expériences de ce Mémoire prouvent le contraire. Je n'ai énoncé ce fait que pour les thermomètres construits avec du cristal de Choisy-le-Roi, que j'employais principalement à cette époque. Les thermomètres faits avec *tous les autres verres* dont je me suis servi présentent la divergence en sens contraire. Il est clair que tous les thermomètres à mercure qui montrent au-dessus de 100 degrés des températures moins élevées que le thermomètre à air *doivent être en avance* sur le thermomètre à air entre zéro et 100 degrés. C'est ce qui arrive en effet.

» Les thermomètres en cristal de Choisy-le-Roi présentent avec le thermomètre à air dans les hautes températures de plus grandes différences que les thermomètres fabriqués avec les autres verres, et cependant j'avais donné la préférence à ces thermomètres. Je vais dire pourquoi.

» Si l'on compte comme abscisses les températures du thermomètre à air et qu'on prenne pour ordonnées les différences entre les températures du thermomètre à mercure et celles du thermomètre à air, il arrive ce qui suit :

» Pour le thermomètre de Choisy-le-Roi on obtient une courbe continue, sans inflexion, qui ne coupe la ligne des abscisses qu'aux deux points fixes zéro et 100 degrés; la courbe descend très-peu au-dessous de l'axe des abscisses entre zéro et 100 degrés, le maximum de l'ordonnée dépasse rarement zéro vers 50 degrés; à partir de 100 degrés elle monte au-dessus de la ligne des abscisses, d'abord lentement, puis beaucoup plus rapidement : cette forme de la courbe rendait sa construction graphique plus certaine, elle rendait aussi plus facile la recherche d'une formule d'interpolation ;

« Pour les thermomètres avec les autres espèces de verre, la courbe présente des inflexions; elle coupe l'axe des abscisses en trois points, naturellement à zéro et à 100 degrés, et en un troisième point qui varie depuis 160 jusqu'à 240 degrés; la courbe est au-dessus de l'axe des abscisses entre zéro et 100 degrés; à partir de 100 degrés elle descend au-dessous, pour re-

monter au-dessus, à partir d'une température qui est spéciale pour chaque instrument : la courbe est donc beaucoup plus compliquée.

» Mais une autre raison m'avait décidé à adopter le cristal de Choisy-le-Roi : M. Bontemps, le Directeur de cet Établissement situé à côté de Paris, m'avait promis de me faire tous mes objets de verrerie avec une composition de verre parfaitement identique; j'espérais trouver ainsi une grande facilité pour mes travaux.

» Du reste la cristallerie de Choisy-le-Roi n'existe plus depuis quinze ou dix-huit ans; depuis lors je ne me suis plus servi de ses produits.

» Les tubes employés pour les instruments dont je me sers depuis vingt ans proviennent d'une seule commande que j'ai faite, conjointement avec M. Fastré, à une verrerie de Paris. Après l'essai d'un grand nombre de verres j'avais reconnu que ce verre était très-pur, qu'il présentait de faibles déplacements du zéro, enfin que c'était celui qui, dans les thermomètres à mercure, s'éloignait le moins du thermomètre à air entre zéro et 140 degrés. C'est un verre ordinaire, mais renfermant un peu de plomb, de sorte que sa marche dans les thermomètres à mercure est intermédiaire entre celle du verre ordinaire et celle du cristal. L'écart maximum vers 55 degrés avec le thermomètre à air n'atteint jamais un dixième de degré. C'est avec ce verre que sont confectionnés mes thermomètres.

» Dans mon Mémoire sur la mesure des températures, je ne me suis pas occupé des températures comprises entre zéro et 100 degrés, parce que mon but étant de montrer les différences qui existent dans la marche des thermomètres à mercure, j'ai dû chercher les conditions dans lesquelles ces différences étaient les plus grandes. Ainsi j'ai prouvé, non-seulement que deux thermomètres construits avec des verres différents ne marchaient pas d'accord, bien qu'ils eussent les mêmes points fixes, mais encore que deux thermomètres faits avec la même espèce de verre, bien plus, deux thermomètres fabriqués avec la même tige capillaire, ne marchent pas d'accord dans les températures élevées.

» Les conclusions générales de mon travail, lesquelles sont souvent reproduites dans mes Mémoires, sont :

» 1° Que le thermomètre à mercure n'est pas un instrument que l'on puisse employer pour la mesure des températures dans les expériences précises, parce qu'il manque de la première condition indispensable, la *comparabilité;*

» 2° Qu'il n'est pas possible de faire une table *générale* à l'aide de

laquelle on puisse transformer les indications des thermomètres à mercure, fussent-ils faits avec le même verre, en degrés du thermomètre à air, car cette table ne peut servir que pour le thermomètre à mercure qui a été comparé. Il résulte évidemment de là que chaque thermomètre à mercure employé pour des expériences précises doit être préalablement comparé au thermomètre à air, *et c'est ce que j'ai toujours fait, aussi bien entre zéro et* 100 *degrés que pour les hautes températures.*

» Tout le monde admettra qu'après ces conclusions je n'ai pas eu la naïveté de me servir des tables que j'ai inscrites dans le tome XXVI des *Mémoires de l'Académie*, pour transformer les indications de mes thermomètres à mercure en degrés du thermomètre à air. Ces tables ont été faites pour une étude spéciale, uniquement pour montrer la différence de marche des thermomètres à mercure; elles ne s'appliquent qu'aux thermomètres à poids sur lesquels elles ont été faites.

» Mais, puisque l'occasion s'en présente, je vais indiquer nettement comment j'opère avec mes thermomètres à mercure; les physiciens pourront reconnaître ainsi quel degré de confiance ils peuvent avoir, sous ce rapport, dans mes mesures.

» Je distinguerai trois classes de thermomètres à mercure :

» 1° Les thermomètres étalons, marchant de — 10 jusqu'à + 110 degrés;

» 2° Les thermomètres à mercure pour les hautes températures, marchant de — 10 à + 350 degrés, mais que je n'utilise jamais au-dessus de 300 degrés;

» 3° Les thermomètres très-sensibles pour les calorimètres et qui ne marchent que de zéro à + 30 degrés.

» Tous ces thermomètres sont à échelle arbitraire, mais leurs divisions sont rigoureusement calibrées; enfin, ils sont faits avec la même espèce de verre qui est celle que je viens d'indiquer.

» *Thermomètres étalons.* — J'en fais faire un grand nombre à la fois, dix ou douze, parce qu'ils doivent servir longtemps et qu'il y en aura quelques-uns de rebutés et réservés seulement aux observations qui exigent moins de précision.

» Je commence par essayer ces thermomètres pour la variation du zéro. Pour cela, quelque temps après leur confection, je prends le zéro dans la glace fondante, le point 100 dans l'appareil à ébullition, puis, immédiatement après, de nouveau, le zéro dans la glace. S'il y a une différence notable qui atteint 2 dixièmes de degré entre les deux zéros, je rejette le

thermomètre, c'est-à-dire que j'en fais couper le réservoir et j'en fais souffler un autre. La variabilité du zéro dépend, en effet, très-souvent de la manière dont le réservoir a été soufflé, puis recuit.

» Bref, je fais une première opération de triage au point de vue de la variation du zéro, qui fait souvent mettre de côté la moitié et plus des instruments.

» Les thermomètres qui ont été ainsi reconnus comme subissant le moins de variation dans la position de leur zéro avant et après leur mise dans la vapeur de l'eau bouillante sont seuls conservés pour subir les épreuves d'après lesquelles on les adoptera, ou on les rejettera, comme étalons. L'épreuve consiste à les disposer autour du réservoir d'un thermomètre à air, dans une grande cuve pleine d'eau, maintenue en agitation continuelle et uniforme par une machine. On chauffe l'eau de cette cuve et on la maintient à une température constante avec des becs à gaz que l'on règle à volonté. Les colonnes mercurielles de ces thermomètres sont entièrement plongées dans l'eau de la cuve, on lit leurs divisions à l'aide de lunettes horizontales et à travers une plaque de glace qui forme un côté de la cuve.

» Les points fixes des thermomètres à mercure ont été fixés préalablement. On monte successivement la température de l'eau de la cuve, et on la maintient stationnaire pour les observations aux températures d'environ 25, 50 et 75 degrés, pour lesquelles on inscrit simultanément les températures marquées par les thermomètres à mercure et celles que donne le thermomètre à air. On fait la même série d'observations pendant la période de température descendante du bain.

» On a donc fait ainsi la comparaison des thermomètres à mercure entre eux et leur comparaison avec le thermomètre à air.

» Lorsqu'un grand nombre de ces thermomètres ne présentent entre eux que de très-petits écarts dans leur marche, et cela arrive toujours quand ils sont formés d'un même verre, je les choisis pour mes étalons, sauf à les rebuter plus tard si j'observais des irrégularités dans leur marche. Je donne à chacun un numéro, et je construis la courbe graphique qui représente sa marche par rapport au thermomètre à air. Cette comparaison n'est pas seulement faite une fois : je saisis toutes les occasions, et elles sont fréquentes dans mon laboratoire, pour faire une nouvelle comparaison des étalons avec le thermomètre à air, afin de reconnaître s'il n'est pas survenu de variation.

» Avec le verre que j'emploie depuis longtemps, les thermomètres à mercure diffèrent très-peu du thermomètre à air entre zéro et 100 de-

grés; mais bien rarement la différence s'élève à 2 dixièmes de degré vers le milieu de l'intervalle. En tous cas, les thermomètres étalons sont toujours corrigés de la différence que j'ai reconnue par rapport au thermomètre à air. Il ne reste d'incertitude que sur l'évaluation exacte de la température du thermomètre à air, laquelle n'est pas non plus susceptible d'une précision absolue. On fait toujours un assez grand nombre d'observations aux environs d'une même température, afin de pouvoir prendre une moyenne.

» *Thermomètres pour les calorimètres.* — La graduation des thermomètres pour les calorimètres est faite par la comparaison de leur marche avec les thermomètres étalons. On ne peut en effet prendre qu'un seul point fixe sur ces instruments, celui de la glace fondante; car leur marche ne dépasse pas 30 degrés. Comme les étalons sont corrigés par rapport au thermomètre à air, il est clair que les thermomètres pour les calorimètres le sont également.

» Dans des expériences spéciales, les thermomètres pour les calorimètres ne doivent varier qu'entre des limites assez restreintes de température, je suppose de 10 à 15 degrés. Je prends le zéro du thermomètre dans la glace fondante, puis je suis sa marche avec l'étalon entre zéro et 30 degrés, et tout spécialement entre les températures zéro et 15 degrés où le calorimètre restera dans ces expériences. Je calcule la valeur du degré centigrade en divisions du thermomètre qui donne la concordance la plus parfaite entre les températures de ce thermomètre et celui corrigé de l'étalon dans les limites de température entre lesquelles le calorimètre doit rester.

» La grande cuve à eau servant à la comparaison des thermomètres est toujours en service. Chaque jour, à la fin des expériences, on y place les thermomètres du calorimètre à côté de l'étalon qui y reste toujours. La cuve renferme de l'eau dont la température diffère peu de la température de l'eau des calorimètres. Ainsi on a, chaque jour, une comparaison des thermomètres avec l'étalon.

» Le rôle principal de ces thermomètres est de donner la variation de température $\Delta\theta$ que le calorimètre a subies pendant l'expérience. Ces instruments doivent donc être aussi sensibles que possible. Comme mes thermomètres sont à échelle arbitraire, les $\Delta\theta$ sont calculés par logarithmes. J'inscris la quatrième et ordinairement même la cinquième décimale. Cela ne veut pas dire que la température absolue marquée par l'instrument est exacte à un dix-millième ou à un cent-millième de degré centigrade. Je pense que bien rarement, et peut-être jamais, on ne peut compter sur un centième. Mais les différences $\Delta\theta$ peuvent atteindre une précision beaucoup

plus grande; de plus, ces valeurs telles qu'elles sont inscrites dans mes tableaux, ont déjà subi les corrections pour les causes perturbatrices, et comme ces dernières s'obtiennent par des additions successives de très-petites quantités, relevées sur une courbe graphique, ou calculées par une formule d'interpolation, il faut pousser la fraction décimale très-loin pour que la somme ne soit pas affectée d'une erreur notable, et que sa valeur ne reste pas un peu trop à la disposition de l'opérateur, ce qui est toujours dangereux.

» *Thermomètres pour les hautes températures.* — Lorsque les thermomètres à mercure doivent être employés dans mes expériences pour les hautes températures, je les place immédiatement dans la cuve pleine d'huile qui doit servir pour mes recherches, et je les assujettis dans une position qui restera toujours invariable dans les expériences pour lesquelles je les prépare. Une portion, plus ou moins notable, de la colonne mercurielle est ainsi hors du bain. Au milieu du bain, j'installe le réservoir d'un thermomètre à air, à la hauteur où se trouvent les réservoirs des thermomètres à mercure. De plus, un agitateur mélange constamment les couches liquides du bain, dont on maintient la température stationnaire aussi exactement que possible pour chaque détermination. Je fais donc la comparaison de mes thermomètres à mercure avec le thermomètre à air dans les conditions mêmes où ils fonctionneront dans les expériences. Je corrige à la fois l'écart par rapport au thermomètre à air, et l'erreur provenant de ce qu'une portion de la colonne mercurielle n'est pas plongée dans la cuve. Sur ces observations, je construis une courbe graphique. Dans les tableaux de mes expériences, je n'inscris jamais que les températures du thermomètre à air, et ces températures sont relevées sur la courbe graphique d'après les indications rélevées sur les thermomètres à mercure.

» Selon moi, cette manière de procéder *est la seule* qui puisse donner des résultats précis, excepté quand on peut employer directement le thermomètre à air. Je n'en ai jamais employé d'autre, car on en trouvera la description (t. XXXI, p. 63) dans mon travail sur la chaleur spécifique des gaz, qui est le premier où je n'employais pas immédiatement le thermomètre à air.

» En résumé, le thermomètre à mercure n'est jamais pour moi qu'un *thermoscope*. Ses indications sont toujours transformées en degrés du thermomètre à air, aussi bien aux températures ordinaires qu'aux températures élevées. Cette transformation ne se fait d'après aucune formule théorique, mais d'après une construction graphique ou une formule d'in-

terpolation qui la remplace, et dont les éléments sont toujours obtenus par des expériences faites sur chaque thermomètre à mercure. Chacun de mes thermomètres à mercure est ainsi muni d'une construction graphique, sur laquelle on reporte toutes les comparaisons que l'on a occasion de faire entre ce thermomètre et le thermomètre à air. J'ai donc en ma possession plus d'une centaine de tableaux de ce genre; quelques-uns des thermomètres sont en service depuis trente ans, et leur comparaison avec le thermomètre à air a été faite bien des fois. J'ai donc pu, avec connaissance de cause, choisir la méthode qui est la plus sûre avec nos moyens actuels de travail, et je puis certifier que *mes résultats ne peuvent subir aucune correction sous ce rapport.* »

PHYSIQUE. — *Sur les maxima de force des électro-aimants.*
Deuxième Note de M. TH. DU MONCEL.

« La loi de l'égalité de la résistance des électro-aimants au reste du circuit dans lequel ils sont interposés suppose que la force magnétique croît comme les carrés de l'intensité du courant; mais, d'après les expériences de MM. Joule, Müller, Robinson et autres, cette proportionnalité de l'accroissement de la force magnétique ne serait vraie que *dans le voisinage du point de saturation magnétique de l'électro-aimant;* et par ces mots *point de saturation magnétique* il faudrait entendre ici le point de force magnétique qu'il conserverait s'il était un aimant persistant. Suivant ces savants, l'accroissement de la force magnétique au-dessous de ce point pourrait varier comme le cube et même comme la quatrième puissance de l'intensité électrique, et au-dessus il diminuerait progressivement jusqu'à devenir *nul* ou du moins insignifiant.

» En télégraphie électrique, où l'on fait usage de très-petits noyaux de fer pour constituer les électro-aimants, leur point de saturation magnétique, dans l'acception que nous venons de donner du mot *saturation,* peut toujours être à peu près atteint avec les courants dont on dispose, ou, du moins, s'il n'est pas atteint, la plus grande rapidité d'accroissement des forces électro-magnétiques par rapport à l'accroissement des carrés des intensités du courant est peu considérable. On peut en juger par les chiffres suivants, qui résultent d'expériences faites avec une pile de vingt éléments de Daniell en service depuis longtemps (*)

(*) Les résistances du circuit extérieur, dans ces expériences, sont représentées par des bobines isolées.

» 1° Électro-aimant de 75 kilomètres de résistance :

Le circuit extérieur ayant 0 kilomètre, la force a été........	80,0 gr
Le circuit ayant 100 kilomètres........................	15,0
Le circuit ayant 200 kilomètres........................	5,0
Le circuit ayant 370 kilomètres........................	0,0

» 2° Électro-aimant de 200 kilomètres de résistance (*) :

Le circuit ayant 0 kilomètre........................	58,0 gr
Le circuit ayant 100 kilomètres........................	25,0
Le circutt ayant 200 kilomètres........................	14,0
Le circuit ayant 370 kilomètres........................	6,0

» Toutefois, comme en télégraphie les appareils fonctionnent sous l'influence de courants presque instantanés, il arrive que les électro-aimants de ces appareils sont loin de recevoir, de la part du courant qui les anime, leur effet maximum. Dès lors, ils se trouvent ramenés, par le fait, aux conditions des électro-aimants dont la force n'atteint pas le voisinage du point de saturation, et il devient important de savoir si, dans ce cas et dans celui où le point de saturation magnétique se trouve dépassé, la loi qui préside à l'enroulement des hélices magnétisantes est encore applicable. Or le calcul démontre qu'il n'en est pas ainsi.

» Supposons d'abord que, le point de saturation magnétique étant loin d'être atteint, la force électromagnétique croisse comme les *cubes* de l'intensité du courant : cette force sera représentée par

$$\frac{E^3 t}{(R+t)^3} \quad \text{ou} \quad \frac{E^3}{R^2 \frac{(q+1)^3}{q}}.$$

» Or le maximum de cette expression, au lieu de correspondre à l'égalité des deux résistances R et t, est obtenu quand la résistance t est égale *à la moitié* de la résistance R. Il en résulte que l'augmentation de valeur du

---

(*) Si l'on calcule les carrés des intensités du courant dans cette deuxième série d'expériences, qui est la seule qui offre des résultats comparables en raison des moindres écarts des effets produits, on trouve les chiffres suivants :

$$\frac{I^2}{I'^2} = 2,13 \quad \frac{F}{F'} = 2,3 \quad \Big| \quad \frac{I^2}{I''^2} = 3,65 \quad \frac{F}{F''} = 4 \quad \Big| \quad \frac{I^2}{I'''^2} = 7,19 \quad \frac{F'''}{F} = 9,6.$$

Or on voit que les rapports des forces sont toujours un peu plus grands que ceux des carrés des intensités.

dénominateur de la formule commence au moment où $t = \frac{R}{2}$, pour continuer ensuite successivement, soit qu'on diminue la valeur de cette dernière quantité, soit qu'on l'augmente.

» On peut se rendre compte de ce maximum en attribuant, comme nous l'avons fait, à q des valeurs différentes et en cherchant l'expression algébrique de la formule, dans ces différents cas.

» Si l'on suppose $q = 1$, la formule devient $8R^2$, alors $R = t$.

» En supposant $q > 1$ ou $t > R$, elle devient

$$R^2\left(4 + \frac{(q-1)^2}{q} + (q+1)^2\right),$$

et alors le maximum a toujours lieu avec $R = t$.

» En supposant $q = \frac{1}{q}$, c'est-à-dire $t < R$, elle devient

$$R^2\,\frac{(q+1)^3}{q^2}.$$

» Or nous voyons ici que $q = 1$ ne satisfait pas aux conditions de minimum, car, en prenant la dérivée de cette expression, on a

$$1 - \frac{3}{q^2} - \frac{2}{q^3},$$

et pour que cette expression devienne zéro, il faut que, dans l'équation

$$q^3 - 3q - 2 = 0, \quad \text{ou} \quad (q+1)^2(q-2) = 0,$$

la quantité q soit égale à 2.

» Ce maximum pourrait se démontrer sans le secours du calcul différentiel, mais comme cette méthode est très-compliquée et ne satisfait pas plus l'esprit que la démonstration précédente, nous nous bornerons à celle-là (*).

» Nous devons maintenant faire observer que la loi de la proportionnalité

(*) A ce sujet, je ferai remarquer que, dans les expressions qui se présentent sous la forme de fractions, les démonstrations des maxima et des minima par le calcul différentiel sont toujours plus simples et plus parlantes à l'esprit, quand, au lieu de chercher les dérivées des expressions entières, on fait passer préalablement dans l'un des deux membres toutes les variables indépendantes. En procédant ainsi pour les valeurs

$$1^\circ\ \frac{E^2 t}{(R+t)^2}, \quad 2^\circ\ \frac{nE}{aR + b^2}, \quad 3^\circ\ \frac{lap}{l^2 + ap},$$

qui représentent les valeurs dont j'ai eu à déterminer les maxima dans mes deux der-

de la force des électro-aimants aux *cubes* des intensités de courants, sur laquelle nous avons basé les calculs qui précèdent est évidemment exagérée et dépend de tant de conditions, qu'il est impossible de prendre au pied de la lettre les conditions de résistance auxquelles elles conduisent et qui auraient pour résultat de réduire à 84 *kilomètres la résistance maxima des électro-aimants télégraphiques*. Toutefois, ces calculs montrent que la faiblesse de l'action magnétique dans ces électro-aimants doit avoir pour résultat *d'en réduire encore la résistance dans des proportions assez considérables*, et c'est à cette action évidemment qu'il faut attribuer la valeur si minime que M. Hughes a trouvée pour la résistance maxima des électro-aimants de son télégraphe, laquelle est, comme on l'a vu, 120 kilomètres pour un circuit de 500 kilomètres. D'après cette donnée expérimentale, on pourrait admettre que *la résistance maximum des électro-aimants télégraphiques devrait être* 130 *kilomètres*.

» Examinons maintenant le cas où le point de saturation maxima des électro-aimants est dépassé, et où, par conséquent, la force croît à peu près comme l'intensité du courant; la formule devient alors

$$F = \frac{E}{R\left(1 + \frac{1}{q}\right)},$$

et l'on voit que plus la valeur assignée à q sera grande, c'est-à-dire plus t sera grand par rapport à R, plus la force électromagnétique sera énergique. Il n'y aura donc plus de maxima. »

---

nières Communications, les dérivées deviennent

$$1^\circ \left(1 - \frac{R^2}{t^2}\right), \quad 2^\circ \left(R - \frac{nr}{a^2}\right), \quad 3^\circ \left(1 - \frac{ap}{l^2}\right).$$

Dès lors, on peut dire que, pour que ces expressions deviennent zéro, c'est-à-dire pour le *minimum des dénominateurs* ou le *maximum des fractions*, il faut : 1° et 3°, que $\frac{R^2}{t^2}$ et $\frac{ap}{l^2}$ soient égaux à 1, alors on a $t = R$ et $l = \sqrt{ap}$; 2° que $\frac{nr}{a^2} = R$, mais comme $n = al$, on a par le fait $br = aR$.

ÉLECTROCHIMIE. — *Méthode physique propre à déterminer les groupements moléculaires qui sont décomposés par le courant.* Note de **M. E. Bourgoin**, présentée par M. Bussy.

« Cette méthode repose sur le principe suivant, que j'ai démontré expérimentalement, et qui découle également des belles recherches de M. Favre : l'eau n'est pas décomposée par le courant.

» Si l'eau n'est qu'un milieu mobile au sein duquel s'effectue la réaction, et si le corps qu'elle tient en dissolution subit seul la décomposition, on conçoit qu'en précisant cette dernière il soit possible de déterminer le groupement moléculaire qui a été détruit par le courant.

» Pour arriver à ce résultat, il convient d'opérer dans deux compartiments égaux communiquant entre eux par une ouverture suffisante pour laisser passer le courant, mais assez petite cependant pour empêcher le mélange des deux liquides. On recueille le gaz qui se dégage à l'un ou à l'autre pôle; on note la température et la pression à la fin de l'expérience, on isole les deux compartiments et l'on soumet séparément à l'analyse les liquides qu'ils contiennent. On a ainsi toutes les données nécessaires pour résoudre le problème. Voici quelques-uns des résultats obtenus.

» I. *Acide sulfurique.* — Lorsqu'on acidule de l'eau avec de l'acide sulfurique, l'acide se concentre au pôle positif, et la décomposition porte exclusivement sur le groupement $SO^3\,3HO$ (1) :

$$SO^3\,3HO = \underbrace{(SO^3 + O^3)}_{\text{Pôle positif.}} + \underbrace{H^3}_{\text{Pôle négatif.}},$$

puis au pôle positif,

$$(SO^3 + O^3) + 3HO = SO^3\,3HO + O^3.$$

On peut recueillir ici indifféremment l'oxygène ou l'hydrogène.

» Les expériences ont été faites avec des acides compris entre

$$SHO^4 + 4\,Aq \quad \text{et} \quad SOH^4 + 250\,Aq.$$

Dans tous les cas, l'équation précédente a été obtenue avec une rigueur absolue. Ce résultat inattendu donne lieu à quelques considérations importantes.

» On admet trois acides sulfuriques, SO^3HO, $SO^3\,2HO$, $SO^3\,3HO$; mais,

(1) $S = 16$, $O = 8$, $H = 1$.

tandis que les deux premiers ont été obtenus à l'état cristallisé, l'existence du dernier, déduite plutôt que prouvée, ne repose jusqu'ici que sur un phénomène de contraction. L'expérience que je viens de décrire non-seulement légitime son existence, mais tend à démontrer que c'est le seul groupement moléculaire qui puisse subsister au sein d'une solution aqueuse.

» II. *Acide azotique.* — Comme dans le cas précédent, l'acide se concentre au pôle positif; au pôle négatif il se dégage de l'hydrogène, mais seulement au début; on voit ensuite apparaître successivement des vapeurs nitreuses, du deutoxyde d'azote, du protoxyde, de l'azote, enfin de l'ammoniaque. Ces réactions secondaires, dues à l'action réductrice de l'hydrogène, ne portent que sur le compartiment négatif; aussi, en tenant compte de la concentration de l'acide au pôle positif et en recueillant l'oxygène, on trouve que le groupement moléculaire qui subit l'action du courant est $AzO^5\,2H^2O^2$.

» III. *Sulfate de potasse.* — Une solution de sulfate de potasse se décompose d'après l'équation suivante :

$$SO^3KO = \underbrace{(SO^3 + O)}_{\text{Pôle positif.}} + \underbrace{K.}_{\text{Pôle négatif.}}$$

» Il se présente ici une complication spéciale. Au début, le sulfate seul est décomposé; bientôt, par suite de cette décomposition même, la chaîne électrolytique s'établit en partie aux dépens de l'acide et de l'alcali mis en liberté. Seulement, cette action secondaire, qui est d'autant plus faible que l'on se rapproche davantage du début de l'expérience, devient négligeable si l'on se borne à recueillir une petite quantité de gaz, comme on peut le voir ci-après :

Solution concentrée de sulfate de potasse :	Compartiment P..	$29^{cc},9$
	» N..	$29^{cc},9$
Gaz oxygène		$16^{cc},9$
Température		$19^{o},5$
Pression corrigée		0,757

» 0,494(SO^3HO) ayant exigé pour la saturation 388,5 divisions de baryte, le liquide du compartiment P a exigé 105 divisions, d'où l'on déduit :

» Pour le poids de l'oxygène recueilli,

$$0,0014298 \times 16,9 \frac{1}{1 \times 0,00367 \times 19,5} \frac{0,757 - 0,0166}{0,76} = 0,0219;$$

» Pour le $\frac{1}{4}$ de l'oxygène contenu dans l'acide mis en liberté, et par suite dans le sulfate de potasse décomposé,

$$\frac{0,494 \times 105 \times 8}{388,5 \times 49} = 0,0218.$$

» Remarquons, en passant, que le gaz obtenu provient exclusivement du sel : cette expérience démontre donc bien que l'eau n'a pris aucune part à la réaction.

» IV. *Sulfate de soude.* — Il était intéressant de soumettre à une étude analogue le sulfate de soude : à quel état ce sel existe-t-il en solution? On admet généralement, d'après Lœwel, que la solution sursaturée renferme un hydrate à 7 équivalents d'eau; mais cette interprétation a été récemment combattue par M. Lecoq de Boisbaudran.

» L'expérience m'a démontré que le sulfate de soude, même en solution sursaturée, se comporte exactement comme le sulfate de potasse, de telle sorte que, si j'osais tirer une conséquence de ce fait, je dirais que les hydrates du sulfate de soude ne prennent naissance qu'au moment même de la cristallisation.

» La méthode que je viens d'exposer est générale. Indépendamment des résultats qu'elle fournit, on voit tout le parti que l'on peut en tirer pour déterminer la nature des corps dissous, car le courant ne peut décomposer que les groupements moléculaires qui préexistent au sein de la solution.

» Ces recherches ont été faites au laboratoire de M. Berthelot, à l'École de Pharmacie de Paris. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la cause qui fait vieillir les vins.* Seconde Note de **M. A. Béchamp.** (Extrait.)

« Sous ce même titre, j'ai déjà eu l'honneur d'adresser à l'Académie une Note (1) qui contient les conclusions suivantes :

» 1° La cause qui fait vieillir les vins est une fermentation provoquée par des organismes qui succèdent au ferment alcoolique proprement dit ;

» 2° Un vin peut contenir des productions organisées et ne pas tourner, ne pas se gâter ;

» 3° Quelque paradoxal que cela paraisse, un vin vieillit et s'améliore par une influence analogue à celle qui peut le gâter.

» Ce qui peut être résumé dans la proposition suivante :

(1) *Comptes rendus*, t. LXI, p. 408; 1865.

» *Le vieillissement des vins et leurs altérations sont le résultat d'actes physiologiques du même ordre.*

» Ces conclusions ont été qualifiées de téméraires par M. Pasteur (1). On pourrait, à ce propos, démontrer par le raisonnement que les choses doivent se passer comme je le disais. Mais mieux vaut répéter l'expérience.

» J'ai plusieurs fois communiqué à l'Académie des recherches sur la fonction des microzymas; je lui demande la permission de rappeler ce que j'ai dit sur ce sujet, dans la Note concernant les organismes microscopiques de la craie (2) : « Je crois bien qu'une foule de molécules, que l'on considère comme minérales et animées du mouvement Brownien, ne sont » autre chose que des microzymas; tels sont les dépôts des vins vieux, » dont j'ai déjà entretenu l'Académie, et le dépôt jadis signalé par Caguiard-Latour dans le Tavel, et que, après réflexion, il avait considéré » comme matière inerte. »

» Tous les dépôts des bons vins, dans lesquels je voyais des granulations moléculaires ou d'autres formes qui me semblaient organisées, aussi bien que les dépôts des vins tournés, étaient pour moi des ferments organisés, actuellement vivants et du même ordre, fonctionnant d'une manière analogue, capables de se nourrir des mêmes substances, en produisant des composés de semblable nature. J'ai, depuis 1865, consacré un grand nombre d'expériences à la démonstration de ma manière de voir. Je ne rapporterai, en ce moment, qu'un seul genre de preuves : il est fondé sur les deux faits suivants :

» 1° La créosote s'oppose à l'évolution, dans l'eau sucrée, de tout organisme capable de saccharifier le sucre de canne, c'est-à-dire d'en opérer l'inversion;

» 2° Cette substance n'empêche pas certaines moisissures d'opérer la transformation du sucre de canne en sucre interverti, et, s'il y a lieu, la fermentation ultérieure des glucoses formés.

» Cela posé, je me suis procuré des dépôts de vins ne contenant que des granulations moléculaires, c'est-à-dire des microzymas; des dépôts mixtes, contenant ces mêmes microzymas et d'autres formes; des dépôts de vins tournés divers. Les dépôts qui se forment dans les vins Rancio du Roussillon, dans le vin de Tavel, sont généralement formés exclusivement de microzymas. Dans les vins moins vieux et très-bons, on peut, comme je l'ai

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXIX, p. 580.

(2) *Comptes rendus*, t. LXIII, p. 451; 1866.

dit, trouver avec les microzymas, qui ne manquent presque jamais, beaucoup d'autres formes et même des bactéries. Dans les vins tournés, on peut rencontrer les mêmes formes que celles que M. Pasteur a décrites.

» Or, tous ces dépôts, bien lavés à l'eau créosotée, jusqu'à ce que l'eau de lavage soit totalement dépourvue d'acidité, étant introduits dans l'eau sucrée, même en quantité très-minime, en présence de la créosote, en opèrent plus ou moins la transformation en glucose, ce que l'on peut constater par la réduction du réactif cupropotassique et par la rotation du plan de polarisation, qui passe insensiblement de droite à gauche, et cela à la température ordinaire. Je n'ai, jusqu'ici, trouvé aucune exception (1).

» Les dépôts de vins se comportent donc, avec le sucre de canne, comme les moisissures que j'ai étudiées dans un autre travail (2). Ces dépôts, qui sont insolubles, contiennent donc des organismes, capables de sécréter la zymase qui intervertit le sucre de canne.

» Je donnerai, dans un travail d'ensemble, d'autres preuves: je montrerai notamment que tous ces dépôts sont des ferments capables de produire de l'alcool et de l'acide acétique avec le sucre de canne.

» Enfin, une température comprise entre 55 et 65 degrés ne les empêche pas d'agir sur le sucre de canne et de l'intervertir, c'est-à-dire ne détruit pas leur vitalité, ne les tue pas.

» Ceci me paraît suffire à la démonstration que j'avais en vue. J'ajouterai seulement que les microzymas des vins normaux sont des ferments lents, lorsqu'on les fait agir sur le sucre de canne sans aucun auxiliaire; mais si on leur donne en même temps un aliment plastique, ainsi que cela arrive pour la mère de vinaigre (3), ils peuvent produire un ferment alcoolique énergique.

» M. Pasteur a nié que les dépôts des vins sains continssent des ferments figurés vivants; pour ce savant, les ferments qui font tourner le vin sont seuls doués de vie. J'ai dit, au contraire, que les uns et les autres sont vivants et capables d'agir physiologiquement, c'est-à-dire de produire les actes chimiques connus sous le nom de *fermentation*.

---

(1) J'ai craint qu'une trace de crème de tartre restant mêlée aux ferments ne fût cause de l'inversion. En effet, une solution concentrée de crème de tartre intervertit le sucre de canne, mais, toutes choses égales d'ailleurs, avec bien plus de lenteur que les ferments même absolument lavés.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LIV, p. 28; 1858.

(3) *Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 877; 1865.

» Je suis convaincu que ce sont là les causes qui font vieillir les vins et occasionnent si rapidement certaines transformations, lorsqu'on y applique un degré de chaleur ne devant pas dépasser celui qui permet à ces êtres de vivre, mais qui exagère leur fonction ou la dirige dans un sens déterminé.

» Je crois que tout le secret de l'art de faire vieillir les vins et de les empêcher de se gâter consiste à favoriser la production des organismes bienfaisants. L'application d'un certain degré de chaleur, d'après les recherches de M. de Vergnette-Lamotte et de M. Pasteur, paraît être un des moyens à conseiller; l'autre, ainsi que cela résulte de recherches spéciales, consisterait à opérer, par la fermentation, la destruction la plus complète du sucre, les vins qui tournent étant surtout ceux qui peuvent fournir cette substance comme aliment aux ferments. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la température comparée de la tige et du renflement moteur de la sensitive.* Note de **M. P. Bert**, présentée par M. Duchartre.

« A la base du pétiole de chaque feuille de sensitive se trouve, comme on sait, un renflement qui est le centre des mouvements spontanés (veille, sommeil) de la feuille, et des mouvements provoqués auxquels la plante doit son nom. C'est aux modifications qui se passent dans l'intérieur de ce renflement que sont dues les diverses positions que prend la feuille entière. On ne saurait donc attacher trop d'importance à l'étude des faits anatomiques ou physiologiques qui ont rapport à ce lieu spécial.

» Les recherches que je poursuis depuis longtemps (voir *Comptes rendus*, t. LXV, p. 177) sur les mouvements de la sensitive, recherches dont j'aurai l'honneur de présenter bientôt quelques nouveaux résultats à l'Académie, m'ont amené récemment à constater un fait qui m'a semblé mériter dès aujourd'hui une mention particulière.

» Si l'on place au contact du renflement moteur la soudure d'un des éléments thermo-électriques si sensibles que construit M. Ruhmkorff, et qu'on applique l'autre soudure sur un point voisin de la tige, on constate que l'aiguille d'un galvanomètre à gros fil avec lequel communiquent les éléments dévie progressivement, et assez rapidement pour prendre, après quelques minutes, une position d'équilibre.

» Cette déviation est persistante, et se manifeste même à travers une substance isolante, comme une feuille de papier végétal; elle indique donc, dans le renflement, une température différente de celle que présente la

tige à quelques millimètre de là; et, en examinant le sens dans lequel s'est déplacée l'aiguille, on voit que le renflement est plus froid que la tige. Dans une expérience que je cite à titre d'exemple, la tige ayant sensiblement la même température que l'air, la déviation *froid* au profit du renflement fut de 22 degrés. C'est là, du reste, la plus grande déviation que j'aie observée; la plus petite a été de 6 degrés.

» La déviation est d'autant plus considérable que la feuille est plus vigoureuse, plus sensible; les très-jeunes feuilles, et surtout les vieilles, n'influencent que peu l'aiguille.

» Si l'on tranche le pétiole en son milieu, la déviation persiste encore pendant des heures entières, tout en diminuant lentement jusqu'à disparaître enfin. La cause réside donc dans le renflement lui-même, et non dans quelque courant froid qui descendrait des folioles.

» Il est bon de noter que le renflement moteur ne possède point de stomates, et que, par suite, l'évaporation y est probablement très-faible. Je fais observer, à ce propos, que, pour obtenir le contact entre la soudure et l'épiderme du renflement défendu par des poils, il est nécessaire de couper de très-près ceux-ci; on doit, bien entendu, ne procéder à l'expérience que quelques jours après.

» Les faits que je viens de rapporter prouvent donc qu'il s'opère, dans le renflement moteur de la sensitive, des modifications dont le résultat est une consommation de chaleur, consommation qui doit être assez notable, si l'on considère que le petit volume de cette région l'expose à un rapide rétablissement d'équilibre. Malheureusement, un accident m'a empêché de graduer mon galvanomètre, et je ne puis donner la mesure de la différence de température entre le renflement et la tige. La saison trop avancée ne me permettrait pas de recommencer mes expériences; au reste, la mesure exacte du phénomène me semble bien moins importante que sa constatation.

» La déviation n'a certainement pas la même valeur aux différentes heures du jour; mais la susceptibilité extraordinaire des feuilles de sensitive, que le contact seul de la soudure pendant quelques heures suffit pour rendre malades, est cause que je ne puis dire à quel moment la déviation est à son maximum. Comme le phénomène dont je parle doit être général et se rencontrer chez toutes les plantes sommeillantes, je ne manquerai pas, l'année prochaine, de soumettre à l'expérience des végétaux moins délicats.

» Cette consommation de chaleur, dans un point aussi remarquable, est certainement en rapport avec les phénomènes nutritifs, qui paraissent s'y passer avec une grande énergie, et dont le résultat est la tension plus ou

moins considérable du tissu cellulaire, tension de laquelle dépend la position de la feuille. J'aurai l'honneur de soumettre bientôt à l'Académie des expériences desquelles il paraît résulter que ces phénomènes consistent dans la production, sous l'influence de la lumière (région rouge-jaune-verte du spectre), d'une substance avide d'eau, et la destruction de cette substance pendant l'obscurité (et sous l'influence des rayons bleus et violets). Ces phénomènes chimiques seraient donc de l'ordre de ceux qui consomment de la chaleur; je crois que c'est la première fois qu'on en constate l'existence dans un organisme vivant.

» Le mouvement provoqué présente, au point de vue qui m'occupe en ce moment, un résultat remarquable. Lorsque l'aiguille du galvanomètre s'est arrêtée depuis quelque temps dans une position fixe, vient-on à exciter les folioles de la feuille en expérience et à faire, par suite, abaisser celle-ci, on voit, au bout de quelques secondes, l'aiguille revenir lentement sur elle-même, indiquant une légère augmentation dans la température du renflement. Cette seconde déviation persiste pendant un temps plus ou moins long, après quoi l'aiguille retourne à son point de départ; elle a varié, dans mes expériences, de 2 à 4 degrés du galvanomètre, sans avoir jamais eu pour conséquence d'amener l'aiguille de l'autre côté du zéro. Toujours, malgré cette légère production de chaleur, le renflement est demeuré plus froid que la tige.

» J'ai constaté cette déviation avec des feuilles dont j'avais, quelques heures auparavant, enlevé les folioles; je l'ai retrouvée avec des feuilles dont le plan de mouvement était horizontal; il est donc impossible d'expliquer cette production de chaleur, si minime qu'on la suppose en thermométrie, par le fait physique de la chute même de la feuille.

» Il me semble donc établi, en résumé : 1° qu'il s'opère, dans le renflement moteur de la sensitive, des modifications chimiques dont le résultat est une consommation de chaleur; 2° que le mouvement provoqué de la feuille est, au contraire, accompagné de phénomènes qui produisent de la chaleur. Dans tous les cas, le renflement moteur est toujours plus froid que la tige, dont la température est à peu près celle de l'atmosphère ambiante. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Influence qu'exerce la tension du cou sur la production du goître.* Note de **M. Hahn**. (Extrait.)

« ... A Luzarches, presque toutes les femmes d'ouvriers étaient autrefois affectées de goîtres. Aujourd'hui, les jeunes filles ni les femmes n'ont plus

de goître. Les eaux contiennent du sulfate de chaux en assez grande quantité; elles sont incrustantes; elles marquent à l'hydrotimètre, savoir : la fontaine la plus fréquentée, 34 degrés, les autres 40 et même 72 degrés. Mais les eaux sont toujours les mêmes et cependant le goître ne semble plus qu'héréditaire dans quelques familles; il a disparu dans les hameaux et dans les communes voisines, où les eaux sont plus ou moins salubres. Je pense que ces résultats proviennent, en grande partie, de ce que les femmes ne font plus de dentelle : au siècle dernier, des ouvrières par centaines s'occupaient à ce travail, et, dès l'âge de quatre à cinq ans, lorsqu'un enfant pouvait faire agir ses doigts, on lui donnait un petit métier et on l'exerçait à faire mouvoir ses fuseaux et à faire le point. Alors, par suite de la tension du cou, pour suivre le dessin avec des épingles, l'infirmité du *gros cou* se déclarait dès l'enfance et les générations se suivaient avec cette infirmité. Maintenant on ne travaille plus à la dentelle : on fait de la couture, de la broderie, des boutons, des gants, etc., et on remarque que le goître n'apparaît plus que rarement : on peut compter par unité ce que l'on comptait par centaine. Ce résultat ne vient-il pas confirmer l'opinion que l'habitude de tenir le cou en avant peut être une des causes du goître? Enfin, dernière remarque, les hommes étaient, et sont encore, peu atteints de cette infirmité. »

« **M. Regnault** présente à l'Académie, de la part de *M. Govi,* professeur à l'Université de Turin, un Mémoire en italien, imprimé en 1868, sur un bolide incandescent qu'il a eu occasion d'observer le 26 mars 1868. M. Govi fait remarquer que, dans ce Mémoire, il attribue déjà l'incandescence des bolides, non pas à un frottement contre l'air, mais à la chaleur dégagée par la compression.

» M. Regnault ne pouvait pas citer ce fait, parce qu'il ne connaissait pas le Mémoire de M. Govi. De plus, il fait remarquer que c'est par des expériences faites en 1854 qu'il a prouvé que l'air, même dans un mouvement extrêmement rapide, ne produit pas de chaleur sensible par frottement. Il a décrit ces expériences, à plusieurs reprises, dans son Cours au Collége de France, ainsi que les conséquences qu'il en a déduites pour la chaleur gagnée par les projectiles et par les bolides dans leur trajet à travers l'atmosphère. »

ZOOLOGIE. — « **M. Aug. Duméril** présente à l'Académie, de la part de *M. Fr. Steindachner*, Directeur du Musée impérial de Vienne, un travail,

imprimé en allemand et accompagné de deux planches, avec ce titre : « *Polypterus Lapradei,* nov. spec., und *Polypterus Senegalus* ».

» La Note tire un intérêt particulier de la découverte faite par l'auteur, pendant un voyage récent au Sénégal, de la présence de branchies extérieures chez de jeunes sujets des deux espèces de poissons ganoïdes ci-dessus désignés.

» Dans l'espèce nouvelle (*P. Lapradei*), elles se trouvent encore chez les individus longs de 19 pouces de Vienne environ. Elles consistent en une longue bande aplatie, frangée sur les bords, très-analogue aux branchies externes des Batraciens urodèles dits *Axolotls*, mais il n'y en a pas trois: elle est unique de chaque côté, située derrière l'opercule, et elle dépasse le bord postérieur de la nageoire pectorale.

» Dans le *P. Senegalus*, cet organe transitoire disparaît plus promptement. On ne le trouve plus chez des exemplaires de 3 ½ pouces à 4 pouces de Vienne.

» Le Polyptère du Nil (le Bichir), découvert par Ét. Geoffroy-Saint-Hilaire, possède-t-il un semblable appareil accessoire et d'une durée limitée ? On l'ignore, les jeunes de cette espèce n'étant point connus. C'est une lacune regrettable dans les collections du Muséum comme dans celles des autres musées.

» Les squales, les raies et le poisson paradoxal de l'Afrique, connu sous le nom de *Protopterus anguilliformis,* ne sont donc pas les seuls qui soient munis de branchies extérieures.

» Quant à leur rôle, chez le *Polypterus Lapradei,* comme organes de respiration, il a été démontré par des recherches anatomiques dues à M. le Professeur Hyrtl. »

La séance est levée à 5 heures un quart. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 11 octobre 1869, les ouvrags dont les titres suivent :

Le vin; par M. A. DE VERGNETTE-LAMOTTE, Correspondant de l'Institut, 2e édition. Paris, 1868; 1 vol. in-12 avec figures et planches.

Mémoires de la Société d'Agriculture, Commerce, Sciences et Arts du département de la Marne, année 1868. Châlons-sur-Marne, sans date; 1 vol. in-8°.

Données générales d'une Statistique des Conseils de Prud'hommes, recueillies et publiées sous les auspices des Conseils de Lyon; par MM. A. MAGUÉ, C. POLY, Secrétaires des Conseils. — (*Enquête sur les Conseils de Prud'hommes. — Circulaire ministérielle du 10 septembre* 1868). Troisième tirage. Lyon 1869; in-8°. (Envoyé au concours du prix de Statistique.)

Appareil à fractures compliquées; par M. le Dr H. DUBEST. Clermont-Ferrand. 1869; br. in-8°.

Hygiène des écoles; par M. R. VIRCHOW, traduit par le Dr E. DECAISNE. Paris, 1869; br. in-8°.

Annuaire spécial des vétérinaires militaires, année 1869. Paris, 1869; in-8°.

Traité des distributions par tiroirs dans les machines à vapeur fixes et les locomotives; par M. G. ZEUNER, traduit sur la troisième édition allemande par MM. A. DEBIZE et E. MÉRIJOT. Paris, 1869; in-8° relié.

Sulle... *Sur les machines dynamo-magnéto-électriques : considérations; par* M. G. CODAZZA. Turin 1869; br. in-8°.

Schweizerische... *Observations météorologiques faites à l'Observatoire de Berne et publiées sous la direction du professeur* RUDOLF WOLF, septembre, octobre et novembre 1868. Zurich, 1868; 3 brochures in-4°.

Vierteljahrsschrift... *Publications trimestrielles de la Société astronomique,* t. IV, 3e livr., juillet 1869. Leipzig, 1869; br. in-8°.

Verzeichniss... *Catalogue des 6323 étoiles télescopiques comprises entre* 3 *et* 9 *degrés de déclinaison, observées à l'Observatoire de Munich, et réduites à*

l'an 1850. *Supplément aux Annales de l'Oservatoire*, t. VIII, publié sous la direction de M. le Dr LAMONT. Munich, 1869; in-8°.

Elemente... *Éléments pour servir de base à la connaissance mathématico-physique des organismes, ou les Mathématiques seules sont une science; par* M. C. SCHMIDT. Munich, 1869; br. in-8°.

Sitzungsberichte... *Comptes rendus de l'Académie impériale des Sciences de Vienne, Classe des Sciences mathématiques et naturelles*, t. LIX, 2e cahier. Vienne, 1869; in-8°.

Geschichte... *Histoire et bibliographie de la lichenologie depuis les temps les plus anciens jusqu'à* 1865; *par* M. A. DE KREMPELHUBER. Munich, 1869; 2 vol. in-8° reliés. (Ouvrage adressé au concours Desmazières, 1870.)

Saturn... *Saturne n'a pas d'anneaux; par* M. C. RABACHE. Péronne, 1869; br. in-8°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 18 octobre 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

Bibliothèque des Sciences naturelles. Zoologie : Reptiles vivants et fossiles; par M. P. GERVAIS. Paris, 1869; in-8° avec planches.

Ostéographie des Cétacés vivants et fossiles, comprenant la description et l'iconographie du squelette et du système dentaire de ces animaux, ainsi que des documents relatifs à leur histoire naturelle; par M. VAN BENEDEN *et* P. GERVAIS, 5e livraison. Paris, 1869; in-4°, avec planches in-folio.

Rapport à Sa Majesté le Schah sur l'état actuel de l'hygiène en Perse, etc.; par M. le Dr THOLOZAN. Sans lieu ni date; br. in-8° autographiée. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Études zoologiques sur quelques Crustacés des îles Célèbes, provenant d'un envoi de M. RIEDEL; *par* M. Alph. MILNE EDWARDS. Sans lieu ni date; in-4° avec planches. (Extrait des *Nouvelles Archives du Muséum.*)

Description de quelques Crustacés nouveaux provenant des voyages de M. Al. GRANDIDIER *à Zanzibar et à Madagascar; par* M. Alph. MILNE EDWARDS. Sans lieu ni date; in-4° avec planches. (Extrait des *Nouvelles Archives du Muséum.*)

Histoire de l'homme antédiluvien : âges du Mammouth, de l'Ours des cavernes et du Renne; par M. J. BOURLOT. Paris, 1868; in-8°. (Présenté par M. Chevreul.)

Histoire de l'homme préhistorique anté et postdiluvien; par M. J. BOURLOT. Paris, 1869; in-8°. (Présenté par M. Chevreul.)

Bulletin de la Société Botanique de France, t. XVI, 1869: *Comptes rendus des séances*, n° 3; *Revue biblographique*, C. Paris, 1869; 2 br. in-8°.

Description des Mollusques fossiles de la craie des environs de Lemberg, en Galicie; par M. E. FAVRE. Genève et Bâle, 1869; in-4° avec planches.

Deux ascensions au mont Blanc en 1869. *Recherches physiologiques sur le mal des montagnes; par* M. L. LORTET. Paris, 1869; br. in-8°. (Présenté par M. Bussy.)

Topographie médicale. Recherches hydrologiques sur l'arrondissement de Château-Gontier (Mayenne), avec une Carte géologique et hydrotimétrique; par M. E. MAHIER. Paris, 1869; in-8°. (Présenté par M. Andral.)

Nota... *Note sur le premier auteur de la découverte de la pression atmosphérique; par* M. G. GOVI. Turin, 1867; br. in-8°. (Présenté par M. Regnault.)

Intorno... *Sur l'apparition d'un bolide iridescent; par* M. G. GOVI. Turin, 1868; in-8°.

Dei... *Des phénomènes solaires ou leurs rapports avec les autres phénomènes cosmiques; par* M. G.-B. DONATI. Urbino, 1869; br. in-8°.

Annuaire de la Société Météorologique de France, t. XV, 1867, 1re partie : *Tableaux météorologiques*, feuilles 12-17. Paris, 1869; in-8°.

La musica... *La Musique, science et art; par* M. G. PRIVITERA, fascicules 7 et 8. Syracuse, 1869; in-4°.

Das... *L'aurore boréale, comme elle est et ce qu'elle est; par* M. LUDERS. Hambourg, 1870; br. in-8°. (2 exemplaires.)

Beitrage... *Recherches pour servir à la connaissance des fonctions du centre nerveux des grenouilles; par* M. F. GOLTZ. Berlin, 1869; in-8°.

Sur le Polypterus Lapradei *et le* Polypterus Senegalus; *par* M. Fr. STEINDACHNER. Vienne, sans date; br. in-8°. (Extrait des *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Vienne.*)

Handbuch... *Manuel de Mathématique, Physique, Géodésie et Astronomie; par* M. R. WOLF. Zurich, 1869; in-8°.

Report... *Rapport fait au Comité du Bureau météorologique sur l'usage*

des courbes isobariques et une ligne du plus grand changement barométrique comme moyen de prévoir jusqu'à un certain point les vents, avec des exemples tirés de quatorze diagrammes des ouragans en janvier 1867 *et août* 1868; *par* M. le cap. H. TOYNBEE. Londres, 1869; in-8°.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE SEPTEMBRE 1869. (Fin.)

Le Moniteur de la Photographie; n°s 12 et 13, 1869; in-4°.

Les Mondes; n^{os} des 2, 9, 16, 23, 30 septembre 1869; in-8°.

Le Sud médical; n°s 17 et 18, 1869; in-8°.

L'Imprimerie; n°s 67 et 68, 1869; in-4°.

Le Mouvement médical; n°s 36 à 40, 1869; in-4°.

Marseille médical, n° 9, 1869; in-8°.

Magasin pittoresque; septembre 1869; in-4°.

Matériaux pour l'histoire positive et philosophique de l'homme; mai 1869; in-8°.

Monatsbericht... *Compte rendu mensuel des séances de l'Académie royale des Sciences de Prusse;* juin 1869; in-8°.

Montpellier médical... Journal mensuel de Médecine; septembre 1869; in-8°.

Nouvelles Annales de Mathématiques; septembre 1869; in-8°.

Nouvelles météorologiques, publiées par la Société météorologique; n° 9, 1869; in-8°.

Observatoire météorologique de Montsouris; Bulletin n°s 1 à 27, 30, 1869; in-4°.

Pharmaceutical Journal and Transactions; septembre 1869; in-8°.

Répertoire de Pharmacie; août et septembre 1869; in-8°.

Revue des Cours scientifiques; n°s 40 à 44, 1869; in-4°.

Revue des Eaux et Forêts; septembre 1869; in-8°.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; n°s 18 et 19, 1869; in-8°.

Revue hebdomadaire de Chimie scientifique et industrielle; nos 43 à 47, 1869; in-8°.

Revue maritime et coloniale; septembre et octobre 1869; in-8°.

Revue médicale de Toulouse; septembre 1869; in-8°.

The Scientific Review; nos 9 et 10, 1869; in-4°.

ERRATUM.

(Séance du 11 octobre 1869.)

Page 778, ligne 31, *au lieu de* succès, *lisez* prédilection.

COMPTE RENDU
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 OCTOBRE 1869.

PRÉSIDENCE DE M. CHEVREUL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Note relative aux Communications de* M. de Vergnette-Lamotte *et de* M. P. Thenard, *adressées à l'Académie dans les séances des* 20 *septembre et* 4 *octobre; par* **M. L. Pasteur.**

« L'Académie sait comment les choses se sont passées. Dans la dernière session du Conseil général de la Côte-d'Or, M. le Maréchal Vaillant, Président, convaincu que le brevet d'invention pris par M. Pasteur, en 1865, renferme une riche mine d'or exploitable *sans frais* par ses compatriotes, fait part de cette bonne fortune à ses collègues du Conseil général. M. Paul Thenard, présent dans l'assemblée, ayant dans l'esprit des souvenirs confus, réclame la priorité en faveur de M. de Vergnette, rédige une Note qui est insérée au procès-verbal de la séance et qu'il fait paraître sans retard dans les journaux de la localité et dans les journaux d'Agriculture de Paris. Cette Note étant pleine d'erreurs, je proteste aussitôt. Notre confrère a adressé une réponse à ma protestation; c'est cette réponse que je viens discuter devant l'Académie.

» *Première rectification.* — M. Thenard s'était trop pressé d'écrire sa Note au Conseil général, car on y lit, par exemple, que deux travaux qui ont été communiqués à l'Académie le même jour, par M. de Vergnette et par moi, ont été publiés à deux années d'intervalle, tant était grande la confusion

des idées dans l'esprit de M. Thenard, quand il n'a pu résister au désir de prendre la parole *ex abrupto* devant le Conseil général.

» *Deuxième rectification.* — La nouvelle réclamation de M. Thenard du 4 octobre a été précédée d'une autre de M. de Vergnette, le 20 septembre, dans laquelle il demande si c'est à dessein que j'ai supprimé les mots « lorsqu'on les traite par le procédé Appert », dans une citation d'un passage de sa Note du 12 mars 1866; il ajoute que cette suppression « lui fait dire le contraire de sa pensée. » De quelle pensée? Écartons un sous-entendu qui peut tromper un lecteur inattentif, c'est que mon procédé d'aujourd'hui ne serait plus mon procédé du 11 avril 1865 et du 1er mai suivant. Je proteste énergiquement contre cette assertion de la Note du 20 septembre et contre la réticence calculée de M. de Vergnette.

» *Troisième rectification.* — Selon M. de Vergnette, le procédé d'Appert est détestable, soit pour les vins fins, soit pour les vins communs. Voici les termes de la condamnation prononcée par M. de Vergnette en 1866 :

La plupart des vins de table, ceux que produit surtout la France, que leur provenance soit de la Bourgogne, du Bordelais ou de la côte du Rhône, ne résistent pas à ce traitement (traitement Appert) au point de vue œnologique; ils deviennent secs, vieillardent et ne tardent pas à se décolorer..... Mais des vins, qui, sans exception, perdent leur valeur, si faible qu'elle soit, lorsqu'on les traite par le procédé Appert, sont les vins communs, tant ils se décolorent et deviennent secs et acides.

» Telle est la condamnation si générale portée en 1866 sur le procédé Appert par M. de Vergnette-Lamotte. C'est déjà clair, mais cela le deviendra bien davantage tout à l'heure.

» *Quatrième rectification.* — D'après M. Thenard, « c'est vers 1850 que » M. de Vergnette, examinant l'action du chauffage *à 75 degrés sur les vins* » *de Bourgogne*, déclara qu'il leur enlevait la meilleure part de leur finesse » et de leur bouquet, en les rendant secs et durs; que, tout au plus, il » était utilement applicable aux vins blancs. »

» Puisque c'est en 1850 (1), suivant M. Thenard, que M. de Vergnette a condamné pour la première fois le procédé Appert, citons textuellement cette condamnation, extrêmement différente, on va le voir, de celle de 1866; la voici, prise dans les conclusions complètes et textuelles du travail de M. de Vergnette, publié en 1850. Cette fois, malheureusement pour M. de Vergnette, il y manque les mots : « *par le procédé Appert* », car,

(1) Et non *vers* 1850, car il n'y a qu'un seul travail de M. de Vergnette, et il est bien de 1850.

dans le Mémoire dont je parle, M. de Vergnette s'est attribué tout ce qu'avait fait Appert, en le dénaturant. Je reviendrai tout à l'heure sur ce point.

En résumé, nous n'admettons pas que les vins doivent, pour être expédiés au dehors, subir aucun conditionnement qui entraîne avec lui l'addition de substances étrangères.

Pour nous, il n'est qu'une manière rationnelle d'améliorer les vins qui doivent faire de longs voyages, c'est de les concentrer par la congélation.

Ce procédé n'altère en rien leurs qualités.

Soit au moyen de l'exposition des vins à l'air dans les hivers rigoureux, soit au moyen de mélanges frigorifiques, on sera toujours maître de congeler les vins au degré convenable.

Les vins qui ont voyagé dans les pays chauds présentent tous les caractères des vins que l'on soumet artificiellement, *dans les limites de* 60 à 70 *degrés centésimaux*, à la chaleur d'un four ou à celle d'un bain-marie. Si, après avoir soumis à cette épreuve quelques échantillons des vins que l'on veut exporter, on reconnaît qu'ils ont résisté, on pourra, en toute sécurité, les expédier; dans le cas contraire, on devra s'en abstenir.

» Sont-elles assez claires, ces conclusions? Il n'y a qu'un procédé qui permette de faire voyager les vins de la Bourgogne, c'est la concentration par la gelée! Quant au chauffage, *il a une action maladive* sur les vins (expression de M. de Vergnette dans sa Communication du 1er mai 1865).

» Voulez-vous savoir si un vin est assez robuste pour voyager? Voulez-vous savoir s'il est nécessaire de lui appliquer la concentration par la gelée? chauffez-en un échantillon. Si la chaleur, séance tenante, ne l'altère pas, il est propre à l'exportation sans conditionnement quelconque. C'est le contraire si la chaleur l'altère; alors concentrez-le par la gelée, et faites-le voyager.

» Voilà les principes de M. de Vergnette en 1850 : ce sont autant d'erreurs. M. Thenard aurait dû dire que M. de Vergnette n'avait absolument rien compris au chauffage des vins en 1850.

» *Cinquième rectification.* — J'arrive plus directement aux affirmations de notre confrère M. Thenard, car M. Thenard n'a pas craint de procéder uniquement par affirmations, et sans preuves, dans une question aussi délicate. Commençons par la dernière phrase, qui est ainsi conçue : « Que » M. Pasteur, au lieu de protester, daigne publier le brevet qu'il a pris » sur la matière avant le 1er mai 1865; je serai le premier, s'il y a lieu, » à reconnaître mon erreur. »

» Je m'empresse d'accéder à ce vœu. Voici, dans sa teneur exacte et complète, mon brevet du 11 avril 1865, dont je dépose le texte original sur le bureau de l'Académie, en la priant de vouloir bien le conserver parmi les pièces de la Correspondance de ce jour.

Paris, 11 avril 1865.

J'ai reconnu que les maladies ou altérations spontanées des vins sont produites par des êtres microscopiques dont les germes existent dans le vin avant qu'il devienne malade.

Le vin ne s'altère pas si ces germes sont tués. Un moyen simple et pratique de faire périr ces germes consiste à porter le vin à une température comprise entre 60 et 100 degrés.

Je déclare prendre un brevet d'invention pour l'application de ce procédé. Il empêche toutes les fermentations irrégulières des vins, quelle que soit leur nature, sans altérer la qualité du vin.

» Chose inouïe, peut-être, dans les annales des brevets d'invention! voilà quatre années et demie et plus que, dans l'intérêt public, j'ai pris ce brevet, pour empêcher que d'autres personnes se fissent breveter à l'occasion de mes recherches, et après toutes les expériences qui ont été faites dans cet intervalle, tant par moi que par d'autres, dans toutes les parties de l'Europe, de l'Afrique, de l'Amérique et de l'Australie, il n'y a pas une phrase à changer à ce document.

» Les températures extrêmes de 60 et de 100 degrés que j'y indique embrassent toutes les conditions du problème, depuis les vins les plus fins et les plus délicats jusqu'aux vins les plus sucrés, dont on ne peut empêcher les fermentations alcooliques irrégulières ou maintenir l'état sucré à des degrés variables que par des températures de plus de 70 et 80 degrés.

» En d'autres termes, appliquez au vin le plus fin de la Bourgogne la température de 60 ou 65 degrés, ne fût-ce que pendant une minute, ce vin acquerra toutes les propriétés de conservation et d'amélioration indiquées dans le Rapport de la Commission syndicale des vins de Paris. Ce n'est point du tout par raison de principe, que, postérieurement à mon brevet, j'ai dit que l'on pouvait descendre à la température de 55 degrés; mais simplement pour faire connaître un fait que j'avais constaté.

» Par conséquent, les troisième et cinquième affirmations de M. Thenard ne reposent sur rien et M. de Vergnette n'a pas indiqué le premier la température minima qui évite l'altération que cause au vin, d'après lui, un chauffage de 60 à 70 ou 75 degrés. La température minima de 60 degrés, indiquée dans mon brevet, et même les températures immédiatement supérieures, produisent tous les effets désirables sur les vins les plus fins de la Bourgogne. La température de 55 degrés n'est nullement nécessaire à la pratique du chauffage, soit pour les vins fins, soit pour les vins communs.

» La seule chose que j'aie changée dans l'application, depuis la prise de mon brevet, est de ne point laisser le vin séjourner même quelques instants à la température maxima à laquelle il est porté.

» Qui oserait considérer d'ailleurs comme un perfectionnement de mon brevet du 11 avril, le procédé postérieur de M. de Vergnette, dont voici textuellement les termes :

En résumé, dit M. de Vergnette, il résulte de cette étude que la chaleur peut être employée avec succès dans l'élevage des vins. Son action sur les mycodermes (les mycodermes découverts par M. Pasteur) paraît très-efficace lorsque les vins sont en bouteille.

A défaut d'une étuve, on peut se servir d'un grenier chaud pour faire subir aux vins le traitement dont nous avons obtenu de si remarquables résultats.

Dans ce cas, voici comment on opère : on mettra les vins en bouteilles au mois de juillet, en ne choisissant jamais que des vins âgés de deux ans au moins, les fûts qui les contenaient étant, jusqu'à ce moment, restés dans la cave.

Les bouteilles ne seront point bouchées à l'aiguille, mais cependant à la mécanique.

Après le tirage, les bouteilles seront transportées et empilées au grenier. Elles y resteront deux mois, et les vins seront ensuite descendus en cave pour y être conservés comme de coutume jusqu'à ce qu'on les livre à la consommation.

» Est-il imaginable qu'on rapproche une opération consistant à porter tout d'un coup le vin, ne fût-ce qu'une minute, à une température de 60 degrés, d'un procédé consistant à faire séjourner ce vin pendant deux mois dans une étuve ou dans un grenier pendant les mois de juillet et d'août?

» M. de Vergnette dit qu'il faut avoir soin de coucher les bouteilles pendant le chauffage au grenier, car autrement l'air qui se trouve entre le vin et le bouchon permettrait le développement du *mycoderma aceti* et l'acescence du vin. Voilà donc la précision avec laquelle M. de Vergnette avait reconnu la température qui tue les mycodermes découverts par M. Pasteur. Il est des circonstances, au contraire, où il est très-utile, quand on a appliqué mon procédé, de laisser les bouteilles debout, car alors le vin vieillit rapidement et dans les meilleures conditions, sans jamais offrir de mycodermes.

» Quant à moi, je déclare que la meilleure manière d'altérer les vins fins de la Bourgogne consiste à porter ces vins dans un grenier pendant les mois de juillet et d'août.

» *Sixième rectification.* — « C'est vers 1810, ajoute M. Thenard, » qu'Appert, après des expériences décisives, a annoncé que des vins » chauffés à la température de 75 degrés et en bouteilles bouchées pou- » vaient ensuite supporter les plus longs voyages sans crainte d'altération » ultérieure. » Il est vrai qu'il ajoute tout aussitôt que M. de Vergnette a le premier condamné le procédé Appert!

» Que signifient ces contradictions? Si la température indiquée par Appert fait sécher, vieillarder et décolorer les vins fins; d'autre part, si elle décolore, fait sécher et devenir acides les vins communs, comment pouvez-vous affirmer qu'en 1810 Appert a fait des expériences décisives sur leur conservation? Est-ce que c'est conserver un vin que de le perdre aussi absolument et de toutes les manières que je viens de rappeler? Le premier entre tous, j'ai revendiqué les droits d'Appert dans la question, mais avec justice et vérité, et non en le ravalant ou en l'exaltant, suivant les besoins d'une mauvaise cause. Cherchez, je vous prie, soit dans la presse quotidienne, soit dans la presse scientifique, depuis mes travaux de 1864 et de 1865, un seul nom, une seule phrase prouvant que quelqu'un avant moi a rappelé le mérite d'Appert au sujet de la question en litige.

» Il est vrai, au début de mes recherches, le 11 octobre 1865 (*voir* ma Lettre au *Moniteur Vinicole*), trompé par le numéro d'un journal de Beaune du 13 mai 1865 et par le Mémoire de M. de Vergnette de 1850, j'ai attribué à ce dernier tout ce qu'avait fait Appert, tant ma bonne foi et mon impartialité étaient grandes! M. de Vergnette, avant ma Note du 4 décembre 1865 à l'Académie, Note qui, pour la première fois, a rappelé les mérites d'Appert, n'a cité qu'une fois Appert, et dans les termes suivants :

J'ai observé, il y a quelques mois, un fait assez important qui contribuera singulièrement à éclairer la question. Souvent obligé, dans le moment de la récolte, de conserver, par la méthode d'Appert, des moûts destinés à des expériences qui ne pouvaient être faites que plus tard, j'ai aussi appliqué ce procédé à des vins de différentes qualités.

» Ce qui signifie clairement que M. de Vergnette aurait le premier appliqué la chaleur au vin; tandis que, dans le même travail, son expérience sur le vin blanc reproduisait celle d'Appert, moins la comparaison avec le vin non chauffé.

» Je le répète, j'ai signalé le premier les expériences d'Appert; je l'ai fait avec la vérité et la justice qui lui étaient dues, et je prétends lui laisser ce qui lui appartient : personne n'a le droit d'en douter.

» *Conclusion*. — Au moment de la prise de mon brevet, le 11 avril 1865, qui chauffait du vin, soit en France, soit ailleurs, pour le conserver sans altérer sa qualité? Personne. L'expérience d'Appert était tombée dans l'oubli, soit par défaut de preuves suffisantes, soit peut-être par les erreurs dont M. de Vergnette l'avait entourée, soit enfin parce qu'Appert ne connaissait pas les températures exactes qu'il fallait employer, et qu'il laissait la chaleur s'exercer trop longtemps. Aujourd'hui, dans tous les pays

du monde, on chauffe du vin par le procédé indiqué dans mon brevet, c'est-à-dire à des températures variables de 60 à 100 degrés, suivant la qualité et la nature des vins.

» J'ai fait connaître la cause des maladies des vins, le moyen pratique de les prévenir, et établi les principes qui doivent guider l'opérateur dans cette application. Tous ces points sont inséparables.

» Mes procédés, contestés d'abord et reconnus vrais ensuite, ont subi, depuis cinq ans, les deux phases par lesquelles passent, à leur début, les découvertes scientifiques ou les applications industrielles d'un grand intérêt, ces deux phases que Lavoisier, à propos de la triste histoire de Jean Rey, caractérisait ainsi : « Dans les sciences, il y a toujours des personnes dis-
» posées à trouver que ce qui est nouveau n'est pas vrai, ou que ce qui est
» vrai n'est pas neuf. »

MÉCANIQUE. — *Du mouvement des corps solides élastiques semblables; par* **M. Phillips**. (Extrait par l'Auteur.)

» J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un supplément à un Mémoire présenté au mois de janvier dernier (1), lequel était relatif à l'équilibre des corps solides élastiques semblables, et avait principalement pour but de fournir le moyen de déterminer *à priori* au moyen d'expériences faites sur des modèles en petit, les résultats se rapportant à la résistance et à la déformation de corps semblables de dimensions quelconques non encore construits. Entre autres faits, j'avais établi comment, dans un cas très-fréquent dans la pratique, et particulièrement quand les corps sont, exactement ou approximativement, de forme prismatique ou cylindrique, la question se résout facilement en communiquant au modèle un mouvement de rotation uniforme qui a pour effet de substituer, dans celui-ci, la force centrifuge à celle de la pesanteur.

» Dans le travail que je présente aujourd'hui, et qui, ainsi que le premier, repose sur la théorie mathématique de l'élasticité, j'ai traité les mêmes questions pour des corps en mouvement. Les résultats obtenus sont analogues, et il arrive que, dans le cas général, le rapport des temps au bout desquels les deux corps sont comparables, est le rapport même de similitude.

» La méthode générale que j'ai indiquée s'applique même dans des circonstances où certaines forces extérieures ne sont pas données, mais dépen-

(1) Séance du 11 janvier 1869.

dent des forces intérieures et des déplacements des différents points auxquels elles sont appliquées. Comme exemples de cette théorie, j'ai traité le cas d'un volant et celui d'une poutre droite, comme celle d'un pont métallique ou comme un rail de chemin de fer, parcouru par une charge mobile. »

M. **Roulin** met sous les yeux de l'Académie une lame de bronze, trouvée dans une ancienne sépulture au Chili, et fabriquée à une époque indéterminée, mais certainement antérieure à l'arrivée des Espagnols dans ce pays. Cette lame, dont la matière est en ce moment soumise à l'analyse, et sur la provenance de laquelle on obtiendra peut-être du possesseur actuel de nouveaux renseignements qui déjà lui ont été demandés, sera alors l'objet d'une Note qui paraîtra dans l'un des prochains numéros des *Comptes rendus*.

M. **Larrey** fait hommage à l'Académie du Discours qu'il a prononcé à l'inauguration de la statue de *Guillaume Dupuytren*, à Pierre-Buffière (Haute-Vienne), le 17 octobre 1869.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Ancelet** adresse une description détaillée, accompagnée de figures, d'un cas de pygomélie dans l'espèce humaine.

Il s'agit d'une enfant du sexe féminin, née le 31 juillet dernier, à Pargny-Filain (Aisne), et jouissant jusqu'ici d'une excellente santé. L'autosite, bien conformé, présentait, le 7 septembre, une hauteur totale de 50 centimètres, dont 8 pour la cuisse et 11 pour la jambe. Suivant l'auteur de la Note, on peut donner une idée générale assez exacte de la monstruosité en disant que, par rapport à l'autosite, le parasite rappelle, à première vue, un enfant qui naîtrait du premier par les pieds, en position sacro-pubienne, le bassin étant déjà sorti. Le parasite est dirigé en avant et en bas, de façon à former avec l'axe de l'autosite un angle d'environ 45 degrés..... Jusqu'ici, l'accroissement des parties accessoires est proportionnel à l'accroissement des parties normales.

..... Les anomalies de cette nature ne compromettent point la viabilité; mais, en présence de l'existence étrange réservée aux êtres qui en sont atteints, une opération ayant pour objet d'enlever le parasite ne saurait être classée parmi les opérations de complaisance. D'ailleurs aucun organe important n'est intéressé, et, en particulier, les fonctions de la vessie et de

l'intestin se font d'une manière parfaitement normale..... Il est d'ailleurs probable, d'après les mouvements que l'on peut faire exécuter au parasite, qu'il est greffé sur l'autosite os sur os, par simple articulation.

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

M. Laugier dépose sur le bureau de l'Académie un Mémoire destiné au concours pour le grand prix de Mathématiques (question relative à l'accélération du moyen mouvement de la Lune).

(Renvoi à la Commission.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique adresse l'Extrait d'un testament par lequel *M. Louis Lacaze* lègue à l'Académie les sommes nécessaires pour la fondation de trois prix de 10 000 francs chacun, à décerner par elle tous les deux ans, savoir : un prix de Physiologie, un prix de Physique et un prix de Chimie.

(Renvoi à la Commission administrative.)

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance : 1° une brochure de *M. Cazin* portant pour titre « Les forces physiques »; 2° une brochure publiée par *M. l'abbé Moigno*, et qui est la traduction de quatre conférences faites à Londres, devant la Société des Arts, par *M. H. Letheby*, sur les aliments.

M. le Secrétaire perpétuel donne lecture d'une Lettre de *M. de Jacobi*, qui l'informe de l'accueil favorable fait par l'Académie de Berlin à sa proposition concernant la création d'étalons prototypes du système métrique, et la formation d'une Commission internationale pour la confection de ces étalons, le mètre et le kilogramme des Archives étant considérés comme types fondamentaux.

THERMODYNAMIQUE. — *Équations fondamentales dans la théorie mécanique de la chaleur.* Note de **M. F. Reech**, présentée par M. Regnault.

« Une Note de M. Massieu, sur les fonctions caractéristiques des fluides (*Comptes rendus* du 18 octobre 1869, p. 858), m'engage à exposer ce qui suit :

» I. Dans mon livre intitulé : *Théorie des machines motrices et des effets mécaniques de la chaleur*, tout est ramené aux équations dont il va être question, savoir :

» 1° Dans la première Partie (*Théorie des machines motrices et propriétés des fluides élastiques établie sans idée préconçue sur la nature de la chaleur*) :

$$\varphi(v, p) = t, \tag{1}$$

équation de la courbe de détente d'un fluide élastique sous une température constante t;

$$\psi(v, p) = n, \tag{2}$$

équation de la courbe de détente dans une enveloppe non perméable à la chaleur;

$$\delta Q = A\, dv + B\, dp, \tag{3}$$

expression de la quantité de chaleur δQ nécessaire pour que la dilatation s'effectue, en ligne droite, d'un point (v, p) à un point infiniment voisin $(v + dv, p + dp)$.

» Au moyen de (1), (2), (3), on obtient facilement les expressions des chaleurs spécifiques a sous pression constante et b sous volume constant, ainsi que celles de la chaleur latente le long d'une courbe de l'espèce φ, soit $\lambda\, dv$, soit $\mu\, dp$.

» Enfin, si l'on désigne par T un certain diviseur d'intégrabilité, il faut qu'il y ait identité entre la différentielle de (2)

$$dn = \frac{d\psi}{dv} dv + \frac{d\psi}{dp} dp,$$

et

$$dn = \frac{\delta Q}{T} = \frac{A}{T} dv + \frac{B}{T} dp. \tag{4}$$

» Dans ces différentes équations, les variables indépendantes sont v et p. Rien n'empêche de poser et de développer des équations analogues parfaitement équivalentes, en considérant comme variables indépendantes soit t et v, soit t et p.

» 2° Dans la deuxième Partie (*Théorie mécanique de la chaleur et particularités qu'elle introduit dans la théorie générale*), une nouvelle équation intervient,

$$d\Omega = k\,\delta Q - p\,dv, \tag{5}$$

dont le second membre doit être une différentielle exacte, quelles que

soient d'ailleurs les variables indépendantes, soit v et p, soit t et v, soit t et p, etc.

» Les développements que, dans mon livre, j'ai fait subir à l'équation (5) sont principalement ceux qui, à l'aide des équations (1), (2), (3) et des expressions correspondantes de a, b, λ, μ, pourront servir utilement à faire trouver la fonction Ω. Il est clair qu'on pourrait renverser la question, supposer que la fonction Ω soit donnée et qu'il s'agisse de trouver l'expression de n et tout ce qui en dépend.

» II. La plupart des auteurs, y compris M. Massieu, suivent une autre marche dans l'exposition de la thermodynamique.

» On ne s'occupe pas spécialement, ni préalablement, des équations (1), (2), (3), (4), ni des expressions de a, b, λ, μ.

» De prime abord, on pose

$$dQ = dU + Ap\,dv; \tag{A}$$

c'est l'équation (1) de la Note de M. Massieu. L'équation (A) a pour objet de représenter par dQ ce qui, dans mon équation (5), est représenté par δQ.

» Mon équation (5) revient à

$$\delta Q = \frac{d\Omega + p\,dv}{k}. \tag{A'}$$

» Il s'ensuit que, k *étant supposé constant*, il y aura identité entre (A) et (A'), quand on posera

$$\left\{\begin{aligned} U &= \frac{\Omega}{k}, \\ A &= \frac{1}{k} \end{aligned}\right. \tag{B}$$

(si k était une fonction de t, l'identité serait impossible).

» Il y a lieu de remarquer que l'équation (A) conduirait à des résultats fautifs si l'on y considérait dQ comme une différentielle exacte. De telles erreurs ne sont pas à craindre avec mon équation (A'), parce que, au lieu de dQ, on y voit figurer δQ.

» L'équation (A) étant posée, pour en tirer parti, M. Massieu s'exprime ainsi :

« Il résulte des principes combinés de Joule et de Carnot que....., suivant un cycle fermé et réversible, on a

$$\int \frac{dQ}{T} = 0,$$

» T étant égal à 273 + t. Il résulte de là que $\frac{dQ}{T}$ est la différentielle » exacte dS d'une fonction S des variables indépendantes..... La fonction S » est désignée par Clausius sous le nom d'*entropie*. »

» Ces propositions étant acceptées, on a les équations (2), (3), (4),..., de la Note de M. Massieu.

» Je ferai remarquer que la quantité S, nommée *entropie*, n'est évidemment autre chose que le n de mon équation (2).

» Je ferai surtout observer que, au lieu d'invoquer des principes combinés de Joule et de Carnot, et de parler d'entropie, il est bien plus clair et plus simple de dire, comme je le fais dans mon livre, que, d'après mon équation (4), on a toujours

$$\text{(C)} \qquad \delta Q = T\,dn,$$

par suite, au moyen de (A'),

$$\text{(A'')} \qquad dn = \frac{d\Omega + p\,dv}{kT};$$

en sorte que, toujours, le second membre de (A'') doit être une différentielle exacte, ce qui, avec v et t, comme variables indépendantes (quelle que doive être l'expression de T en fonction de t et v), revient à poser

$$\text{(D)} \qquad \left\{ \begin{aligned} \frac{dn}{dt} &= \frac{1}{kT}\frac{d\Omega}{dt}, \\ \frac{dn}{dv} &= \frac{1}{kT}\left[\frac{d\Omega}{dv} + p\right]. \end{aligned} \right.$$

» De là, on peut tirer, soit les équations de M. Massieu (dans l'hypothèse $T = 273 + t$), soit plutôt les relations inverses,

$$\text{(D')} \qquad \left\{ \begin{aligned} \frac{d\Omega}{dt} &= kT\frac{dn}{dt}, \\ \frac{d\Omega}{dv} &= kT\left[\frac{dn}{dv} - p\right], \end{aligned} \right.$$

sur lesquelles j'ai insisté dans mon livre, et qui ressortent, à une simple inspection, de mon équation (5) transformée, au moyen de (C), en

$$\text{(5 \textit{bis})} \qquad d\Omega = kT\,dn - p\,dv.$$

» J'ai cru devoir présenter à l'Académie ces remarques qui me paraissent dignes d'appeler son attention sur ma théorie des effets mécaniques de la chaleur, comme plus simple et non moins générale que celle de la plupart des savants qui ont écrit sur la thermodynamique. »

PHYSIQUE. — *Sur l'illumination des corps transparents par la lumière polarisée.* Note de **M. Al. Lallemand**, présentée par M. Faye.

« Le résumé de mes premières recherches, inséré dans les *Comptes rendus* des 19 et 26 juillet dernier, ne mentionne que les faits relatifs à l'illumination des liquides. Depuis lors, j'ai pu soumettre à l'épreuve quelques solides transparents, et les résultats de l'observation conduisent aux mêmes conclusions.

» Le mode d'expérimentation reste le même; le solide, taillé en cube ou en prisme droit, et poli sur toutes ses faces, est traversé dans une direction normale à deux faces parallèles par un faisceau polarisé horizontalement. En opérant d'abord sur divers échantillons de verre blanc, à base de soude ou de potasse, on reconnaît, en visant toujours normalement à l'axe du filet lumineux, qu'il y a un maximum d'illumination dans une direction horizontale; la lumière émise est blanche, donne au spectroscope les principales raies du spectre solaire, et est entièrement polarisée dans un plan horizontal, si le verre sur lequel on opère n'a pas de fluorescence sensible. En visant au contraire dans une direction verticale, l'illumination est nulle. Mais le plus souvent, le verre est un peu fluorescent, et, dans la direction verticale, présente une traînée lumineuse dont la teinte varie avec l'échantillon. Cette lumière colorée est d'ailleurs neutre au polariscope, et l'analyse prismatique n'y décèle aucune des raies du spectre solaire.

» Le cristal s'illumine avec beaucoup plus d'intensité que le verre et possède en même temps une fluorescence très-énergique. Les variétés de cristal pesant dont on fait les prismes très-dispersifs sont remarquables sous ce rapport. Dans la direction normale au plan de polarisation, la lumière fluorescente apparaît avec une belle teinte verte ou vert-jaunâtre, dont le spectre continu ne renferme pas les rayons lumineux extrêmes. Dans le plan de polarisation, l'illumination est très-vive, la traînée lumineuse est blanche, et, quand on l'éteint avec un analyseur, on voit apparaître la teinte verte caractéristique de la lumière fluorescente. On reconnaît du reste aisément que les rayons excitateurs de la fluorescence dans le cristal appartiennent à la partie la plus réfrangible du spectre solaire, et que les rayons rouges et orangés ne donnent aucun effet appréciable. Ce mode d'expérimentation me paraît éminemment propre à étudier le verre et le cristal au point de vue de leurs qualités optiques, car, indépendamment de l'illumination latérale et de la fluorescence, le faisceau lumineux accuse aussi tous les défauts d'homogénéité de la lumière. Parmi les substances cristallisées

sur lesquelles j'ai pu faire des observations, le spath fluor incolore et transparent se comporte comme le verre, avec cette différence que la traînée de lumière fluorescente est d'un beau violet. Le sel gemme et le spath d'Islande ne s'illuminent pas d'une manière sensible sur le trajet du faisceau lumineux. On sait pourtant, d'après les travaux de M. Edmond Becquerel, que ces substances sont phosphorescentes et qu'elles donnent au phosphoroscope une lueur orangée. Mais c'est alors une illumination générale que la lumière excite dans toute la masse et qui n'est pas plus vive sur le trajet des rayons qu'en tout autre point. Quant à l'illumination par propagation directe du mouvement vibratoire, elle n'est pas appréciable : il faut remarquer, en effet, que ces deux substances sont très-perméables à toutes sortes de radiations, et qu'il existe pour chaque corps transparent et pour chacune des radiations simples un coefficient d'illumination complémentaire du coefficient de transmission.

» C'est là, en effet, une conséquence de mes recherches, qu'il importe de signaler. Lorsqu'un milieu transparent n'a pas de fluorescence sensible, l'absorption partielle d'une radiation simple par une épaisseur déterminée de ce milieu résulte de la propagation latérale du mouvement vibratoire qui lui correspond; on s'explique alors la fonction exponentielle par laquelle on représente la quantité de lumière transmise et que les expériences de MM. Jamin et Masson ont justifiée. Lorsqu'une fluorescence énergique vient s'ajouter à l'illumination par propagation directe du mouvement lumineux, le phénomène de l'absorption se complique, et il est évident que, pour certaines radiations, la loi de l'absorption telle qu'on la formule devient inexacte et n'a plus qu'une valeur approximative. Il ne faut donc pas s'étonner que le sel gemme et le spath d'Islande aient un coefficient d'illumination extrêmement faible. Il en est de même pour le cristal de roche.

» Lorsque le faisceau lumineux traverse cette substance perpendiculairement à l'axe, sa trace est invisible dans l'intérieur du cristal, et lorsqu'elle apparaît, ce n'est que pour trahir un défaut d'homogénéité, des failles cristallines sur lesquelles s'opère une réflexion spéculaire. C'est ce qu'on observe particulièrement dans le quartz enfumé en apparence le plus homogène où il m'a été impossible, à cause de cette circonstance, de reconnaître une illumination bien prononcée. Lorsque le filet lumineux traverse un prisme de quartz hyalin suivant son axe optique, la rotation du plan de polarisation, variable pour chaque couleur simple, devrait développer, sur une très-faible épaisseur, cette coloration prismatique latérale qu'offre un tube rempli d'eau sucrée. On n'observe pourtant rien de sem-

blable. Le quartz est la substance transparente par excellence; et en même temps que son coefficient d'illumination est extrêmement faible, sa fluorescence est nulle.

» Mais s'il est impossible de manifester directement sur le quartz, par le fait de l'illumination, la rotation du plan de polarisation, on y réussit aisément en l'associant à une substance non fluorescente et dont le coefficient d'illumination soit très-élevé. Le collodion non ioduré, incolore et bien transparent, est précieux pour cette expérience. Lorsqu'une auge cylindrique remplie de ce liquide est vivement illuminée par un filet de lumière solaire polarisée horizontalement, et que, dans une direction verticale, il est obscur, il suffit d'interposer sur le trajet du rayon une lame de quartz perpendiculaire à l'axe, pour voir apparaître aussitôt la lumière dans cette direction. Si la lumière incidente est homogène, la bande horizontale qui présente le maximum d'illumination se déplace de haut en bas ou de bas en haut, suivant que le quartz est droit ou gauche. Le déplacement angulaire est d'ailleurs égal à la rotation qu'il faudrait imprimer à un analyseur bi-réfringent placé sur le trajet du faisceau pour éteindre l'une des deux images. Avec la lumière blanche et un quartz qui donnerait à l'image éteinte de l'analyseur la teinte rouge, on voit dans la direction verticale apparaître une illumination de même nuance, tandis que dans la direction horizontale l'illumination blanche est remplacée par une bande colorée de la teinte verte complémentaire. Entre ces positions extrêmes, le cylindre de collodion offre toutes les teintes intermédiaires, indiquant par leur ordre de succession le sens de la rotation.

» En disposant sur le trajet du faisceau émergent un Nicol analyseur, suivi d'un prisme à réflexion totale, on peut comparer simultanément la teinte de l'image que donne l'analyseur dont la section principale a été déviée d'un certain angle et celle que présente le collodion dans le méridien correspondant; on reconnaît alors que, dans tous les cas, ces deux teintes sont identiques. C'est la confirmation la plus rigoureuse des conclusions théoriques que j'ai formulées dans ma Note du 26 juillet. Si, en effet, l'intensité de la lumière émise normalement au faisceau varie proportionnellement au carré du cosinus de l'angle que fait la ligne de visée avec le plan de polarisation du rayon incident, les formules de Biot, qui servent à calculer, d'après la règle de Newton, la comparaison des teintes de l'une des deux images de l'analyseur bi-réfringent, s'appliquent rigoureusement à la détermination des nuances successives que présente le collodion illuminé entre deux méridiens rectangulaires. Une petite auge cylindrique, contenant

un liquide non fluorescent, ou bien un cylindre de flint-glass, fonctionnent dès lors comme un véritable analyseur, et peuvent, comme lui, mettre en évidence le pouvoir rotatoire du cristal de roche ou de toute autre substance douée de la même propriété. J'ai du reste exécuté déjà quelques vérifications photométriques, qui démontrent la loi du cosinus que je viens de rappeler, en même temps qu'elles justifient de la manière la plus directe l'hypothèse de Fresnel sur la direction du mouvement vibratoire de l'éther dans un rayon polarisé. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la chaleur des radiations lunaires.* Lettre de **M. P. Volpicelli** à M. Dumas.

« Dans la séance du 20 septembre 1869, M. Marié-Davy, en communiquant ses expériences sur la radiation lunaire, conclut que la chaleur de cette radiation, quoiqu'elle doive exister, n'est pas appréciable. Vous avez justement observé « que lord Rosse, fils de l'illustre astronome, a » publié récemment des observations nombreuses, desquelles il résulte- » rait, au contraire, que la Lune nous envoie une quantité de chaleur très- » appréciable et proportionnée à la surface éclairée de notre satellite (1). » Je demande la permission d'ajouter à ce propos quelques remarques, pour confirmer votre observation, aussi bien que pour rappeler les recherches des physiciens sur ce sujet.

» La question du pouvoir calorifique lunaire fut traitée pour la première fois par Ischirnhausen (2), qui, concentrant la radiation lunaire avec une lentille de 33 pouces de diamètre, ne trouva pas d'effet sensible au thermomètre, quoiqu'il pût, au moyen de cette lentille, fondre plusieurs métaux.

» Le même résultat fut obtenu par de la Hire fils, avec un miroir concave de 35 pouces de diamètre qui concentrait la lumière 306 fois, et avec le thermomètre d'Amontons (3).

» Peclet et Prevost (4) ont expérimenté aussi sur ce sujet et ont trouvé que la Lune produit un abaissement de température. Le premier de ces physiciens attribua ce phénomène à la basse température des couches atmo-

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXIX, p. 706.

(2) *Act. Erud. Lips*, année 1691, p. 52; et année 1697, p. 414. — Hartsocker, *Cours de phys.*, liv. IV, chap. I, art. 5. — *Histoire de l'Académie*, année 1689, p. 94.

(3) *Mém. de l'Acad.*, année 1705, p. 346. — De la Lande, *Astron.*, t. II, p. 193.

(4) *Biblioth. univ.*, t. XIX, p. 35.

sphériques qui avoisinent la terre, et le second à la radiation calorifique vers l'espace.

» M. Forbes (1), en joignant au thermo-multiplicateur une lentille qui concentrait théoriquement 6000 fois, ne put, lui non plus, obtenir le moindre effet calorifique de la radiation lunaire.

» M. Tyndall déclara, dans une lettre à M. Herschel, qu'il n'avait obtenu aucun effet calorifique de la radiation lunaire (2).

» Howard crut trouver un certain pouvoir calorifique dans les radiations lunaires, en employant un miroir de 13 pouces d'ouverture (3). Il en est de même de M. Watt, qui expérimenta non-seulement pendant la pleine Lune, mais aussi pendant les phases (4). Néanmoins les recherches de ces deux expérimentateurs laissent beaucoup à désirer.

» Melloni démontra le premier, avec la plus grande évidence, le pouvoir calorifique des rayons lunaires, en faisant usage d'une lentille à échelons qui avait un mètre de diamètre, et en employant pour thermo-actinomètre son thermo-multiplicateur (5). Il vit d'abord, comme quelques-uns de ses prédécesseurs, un effet frigorifique, qui venait de la radiation de la lentille vers l'espace. On remédia à cette cause d'erreur, en mettant la lentille à couvert, et en appliquant dans le tube de la pile thermo-électrique deux diaphragmes de verre, comme dans la chambre de de Saussure. Les résultats de ces essais furent décisifs : ils produisirent sur l'aiguille du thermo-multiplicateur une déviation calorifique de 3°,7.

» Il n'est pas hors de propos d'ajouter ici que M. Buys-Ballot (6) voulut reconnaître quelle influence la Lune exerce sur les vicissitudes atmosphériques. Ses recherches le conduisirent à conclure que la pleine lune répond à un accroisement, petit, mais sensible, de température.

» Le même auteur dit (7) que non-seulement Herschel constata l'action calorifique de la Lune, mais il croit qu'à son midi elle possède une température de 100 degrés; il s'étonne que M. Forbes n'ait par reconnu ces faits; la chaleur lunaire serait employée à dissoudre les nuages (8).

(1) *On the Refraction and Polarisation of Heat*, p. 7 (*Edinb. Phil. Tran.*, t. XIII).
(2) *Phil. Mag.*, t. XXII, p. 377. — *Poggendorffs Annalen*, t. XCIV, année 1861, p. 632.
(3) *Silliman amer. Journal of Sc.*, t. II, p. 329.
(4) *Edinburg New phi. Jour.*, n° 19, p. 325.
(5) *Comptes rendus*, t. XXIX, année 1846, p. 541.
(6) *Poggendorffs Annalen*, vol. CXIV, année 1861.
(7) *Poggendorffs Annalen*, vol. LXX, année 1847.
(8) *L'Institut*, n°s 620, 622, 623.

» De cet aperçu historique, nous concluons que le pouvoir calorifique lunaire est sensible, comme Melloni le premier l'a démontré, même avant le 23 mars 1846; et que les résultats négatifs obtenus par M. Marié-Davy (1) et par d'autres physiciens, à ce propos, doivent être attribués au manque de ces précautions et de ces moyens que le physicien italien mit en usage. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Note sur le pouvoir calorifique des rayons lunaires;* *par* **M. H. Marié-Davy.**

« Les anciennes expériences, faites en concentrant avec des miroirs ou des lentilles la lumière de la Lune sur les thermomètres les plus sensibles, n'avaient donné aucun résultat appréciable. Melloni, le premier, en faisant usage de sa pile, sur laquelle il concentrait les rayons lunaires au moyen d'une lentille de verre de 3 pieds d'ouverture, a constaté un échauffement, très-faible à la vérité, mais réel.

» M. Piazzi Smyth, dans l'expédition scientifique qu'il a entreprise en 1856 au Pic de Ténériffe, a confirmé les expériences de Melloni. M. Piazzi Smyth recevait directement les rayons lunaires sur sa pile, dont la face était simplement munie du cône ordinaire de métal poli. Quoique la Lune fût très-basse, l'effet de ses rayons sur le Pic était encore le tiers de celui des rayons d'une bougie placée à $4^{m},75$ de la pile. Une bougie placée à la même distance de ma pile m'a donné une déviation de $17^{d},3$ sans l'intervention du cône. Les rayons directs de la Lune auraient donc produit une déviation de 5,8 correspondant à $0^{o},00075$, s'il est possible de comparer les flammes de bougies à de si longs intervalles de temps et de lieux.

» Lord Rosse, en opérant avec un réflecteur de 3 pieds d'ouverture, a obtenu des résultats encore plus marqués. Sa pile thermo-électrique était graduée au moyen d'une exposition préalable en avant de surfaces noires portées à des températures déterminées. Lord Rosse conclut de ses résultats que la Lune rayonne comme une surface chauffée à 360 degrés F. (182 degrés centigrades).

» Dans une Note du 18 février 1869, sur la chaleur reçue des étoiles par la Terre, M. William Huggins, tout en constatant la chaleur des étoiles Sirius, Pollux, Régulus, Arcturus, annonce que ses observations sur la pleine Lune n'ont pas été concordantes. Dans une nuit un effet sensible a été obtenu; dans d'autres, les indications de chaleur étaient excessivement faibles; et

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXIX, p. 705.

elles n'ont pas été assez uniformes pour mériter confiance à ses yeux. M. Huggins opérait avec un réfracteur de 8 pouces, dont les lentilles arrêtent à peu près complétement les rayons de chaleur obscure de la Lune, tandis que le réflecteur de lord Rosse les réfléchit comme les rayons lumineux.

» La Lune nous envoie trois sortes de rayons de chaleur : les rayons lumineux et les rayons obscurs du Soleil réfléchis ou diffusés par elle, et les rayons émanant directement de sa surface échauffée. Ces trois sortes de rayons sont réunis dans les expériences de M. Piazzi Smyth et de lord Rosse; je me suis proposé de les isoler autant que possible et de les évaluer individuellement, en commençant par les rayons lumineux.

» Dans une expérience préliminaire faite au moyen d'un thermomètre différentiel à air, gradué par comparaison avec un thermomètre à mercure très-sensible, j'ai cherché une première limite du phénomène que je voulais mesurer. Les rayons lunaires, concentrés sur l'une des boules du thermomètre, au moyen d'une ancienne lentille de 3 pieds environ d'ouverture, appartenant à l'Observatoire impérial, n'ont produit aucun effet appréciable sur l'instrument, dont chaque division correspond à 0°,0043. Il fallait donc aller beaucoup au delà.

» La thermomètre à air a l'avantage d'être exactement comparable à lui-même; mais il a l'inconvénient de recevoir du jeu des forces capillaires une inertie sensible quand il s'agit de variations très-faibles de température. J'ai eu recours à la pile thermo-électrique (1).

» Une boussole astatique à fortes aiguilles, que je dois à l'obligeance de M. Ruhmkorff et de l'École Normale, m'a permis d'atteindre presque au cent-millième de degré : une division de la boussole équivaut à 0°,00013, et on peut apprécier le dixième de division.

» La pile thermo-électrique a été placée derrière l'oculaire de projection d'un équatorial de 9 pouces placé dans le Jardin de l'Observatoire impérial. La distance de la pile à l'oculaire est telle, que le faisceau de rayons lunaires couvre toute la face de la pile sans la déborder. L'appareil est d'ailleurs protégé contre les influences extérieures par une double enveloppe métallique et par quatre ou cinq tours d'une étoffe noire.

» La lunette étant pointée sur la Lune de manière que l'image du satellite donnée par le chercheur vînt couvrir un cercle tracé à l'avance sur un

---

(1) Cette pile thermo-électrique a été faite avec les alliages de bismuth et d'antimoine, et d'antimoine et de cadmium, dont M. Edm. Becquerel a fait connaître la préparation et qui sont doués d'un pouvoir thermo-électrique très-élevé.

écran fixé à l'appareil, et le régulateur de l'équatorial étant mis en marche, l'objectif était pendant un nombre déterminé de secondes, alternativement ouvert ou fermé par un opercule, le plus faible dérangement dans la direction de la lunette amenant un déplacement de l'aiguille. Chaque déviation observée à la boussole, l'opercule étant enlevé ou remis en place, était comparée à la moyenne des deux observations immédiatement antérieure et postérieure. On évitait ainsi, autant que possible, l'influence des perturbations magnétiques, toujours très-grandes sous une coupole construite en fer. Le tableau ci-dessous contient la moyenne des résultats de chaque série en regard de la moyenne des heures d'observation. Une dernière colonne donne la traduction des déviations en degré du thermomètre.

Dates.	Age de la Lune.	Heure moyenne.	Déviation moyenne.	Valeur en degré.
		h m	d	o
9 octobre 1869	4me jour	7.32 S.	1,3	0,00017
10 »	5me jour	7.46	1,0	0,00013
12 »	7me jour	8.45	5,8	0,00075
12 »	7me jour	9.12	2,2	0,00029
17 »	12me jour	8.39	20,0	0,00260
20 »	15me jour	10.11	22,1	0,00287

» Les observations du 12 ont été partagées en deux séries. Dans la seconde, la Lune se trouvant très-près d'un horizon brumeux, les résultats ont éprouvé un affaiblissement très-rapide.

» Le 20, M. Wolf voulut bien prendre part à l'observation et se charger des lectures à la boussole. Voici les détails de cette série pendant laquelle l'aiguille est restée relativement très-calme. Je la cite comme exemple, parce qu'elle correspond au maximum d'effet observé.

20 octobre 1869 (l'échelle est inverse).

Heures.	Opercule.	Déviation brute.	Différences moyennes entre les effets de l'opercule fermé et ouvert.
h m			
9.53 S.	en place	161,5	»
56	enlevé	120,3	31,5
59	en place	142,1	25,8
10.02	enlevé	112,4	23,4
5	en place	131,5	22,8
8	enlevé	105,0	26,6
11	en place	131,8	26,0
14	enlevé	106,7	19,2
17	en place	120,0	21,2
20	enlevé	91,0	23,0
23	en place	108,2	22,5
26	enlevé	80,0	22,4
29	en place	96,7	»
	Moyenne	....	22,1

en négligeant le premier nombre obtenu avant que la boussole fût bien assise.

» Le rapport de la surface de l'objectif à la surface éclairée de la pile était de 230 environ. Si l'on admet que les 75 centièmes de la lumière qui tombe sur l'objectif arrivent jusqu'à la pile, le pouvoir de concentration de la lunette se trouvait égal à 247 environ. La déviation obtenue le 20 correspondrait alors à 12 millionièmes de degré pour les rayons lumineux directs de la Lune. C'est à peu près la soixantième partie du résultat obtenu par M. Piazzi Smyth sur le pic de Ténériffe, et en opérant sur la totalité des rayons lunaires.

» La chaleur lumineuse de la Lune croît rapidement avec la phase; mais la hauteur de l'astre et l'état du ciel, même sans nuage, influent beaucoup sur son intensité. »

TÉRATOLOGIE. — *Sur la notion du type en Tératologie, et sur la répartition des types monstrueux dans l'embranchement des animaux vertébrés; par* **M. C. Dareste.**

« La notion du type a été introduite en Tératologie par les deux Geoffroy Saint-Hilaire; elle est aujourd'hui la base de cette branche de la physiologie. Avant eux, les monstruosités, et même, à un point de vue plus général, les anomalies organiques, n'étaient considérées que comme des faits individuels. Ils ont montré que les mêmes anomalies se répètent non-seulement dans les individus d'une même espèce, mais encore d'espèce à espèce, de genre à genre, et même de classe à classe. Il existe donc des types pour les anomalies, comme pour les formes normales, et la première étude de la Tératologie a dû consister dans la description et le classement de ces types.

» Ces types ne sont pas illimités; car, l'anomalie dérivant toujours de l'état normal suivant certaines lois, il n'y a qu'un certain nombre d'anomalies possibles. Is. Geoffroy Saint-Hilaire qui a, dans son *Traité de Tératologie*, dressé le catalogue de tous les types monstrueux connus de lui, annonçait, il y a plus de trente ans, que la découverte d'un type monstrueux nouveau serait un événement fort rare. Ses prévisions ont été réalisées; car, depuis l'époque de la publication de son livre, on n'a décrit qu'un petit nombre de types nouveaux, cinq ou six tout au plus.

» Mes expériences ont pleinement confirmé ces vues des deux Geoffroy Saint-Hilaire. Le nombre des monstruosités que j'ai produites par voie expérimentale dépasse plusieurs milliers. Presque toutes ces monstruosités sont

venues se rattacher aux types décrits, ou du moins indiqués dans le *Traité de Tératologie*, et reproduire, dans la classe des Oiseaux, des faits qui, pour la plupart, n'avaient encore été signalés que chez les Mammifères. Je n'ai rencontré, jusqu'à présent, qu'un seul type nouveau, caractérisé par le renversement de la tête qui vient faire hernie dans la partie supérieure de l'ouverture ombilicale, tandis que les deux cœurs primitifs, développés isolément, occupent la face dorsale de l'embryon. On peut déduire des beaux travaux de Lereboullet, sur l'origine des monstres chez les Poissons, un résultat analogue, bien qu'il ne l'ait pas indiqué lui-même : toutes les monstruosités qu'il a observées se ramènent à des types décrits par Is. Geoffroy Saint-Hilaire. Si l'on a ignoré, jusqu'à ces derniers temps, l'existence de certains types monstrueux chez les Oiseaux et chez les Poissons, cela tient uniquement à la différence de viabilité que le même type présente dans les différentes classes. La plupart des embryons monstrueux chez les Oiseaux et chez les Poissons périssent dans l'œuf avant l'éclosion; par conséquent ils échappaient à l'observation, tant qu'on n'avait pas eu la pensée d'aller les chercher et les étudier dans l'œuf lui-même. J'ai déjà montré comment la mort des embryons monstrueux peut être produite par l'asphyxie et par l'anémie. Mais ces causes de mort ne sont pas les seules, comme je le montrerai dans un travail ultérieur. Au contraire, l'embryon monstrueux d'un Mammifère qui vit dans la matrice, d'une vie d'emprunt, peut atteindre sans mourir l'époque de la naissance. On conçoit donc que les monstres aient été plus facilement observés chez les Mammifères, particulièrement chez les Mammifères domestiques, et chez l'homme lui-même.

» Il existe donc des types tératologiques communs aux Mammifères, aux Oiseaux, aux Poissons, et, par conséquent, selon toute apparence, à tous les animaux vertébrés. D'où vient ce fait, et pouvons-nous en rendre compte?

» Ce fait si remarquable résulte évidemment des analogies essentielles qui existent dans l'organisation de tous les animaux vertébrés. Ici, il est nécessaire d'entrer dans quelques explications. Nous ne pouvons plus évidemment admettre l'unité de composition organique pour tous les êtres qui composent cet embranchement, c'est-à-dire que nous ne pouvons les considérer, ainsi que le pensait Et. Geoffroy Saint-Hilaire, comme constitués par des éléments anatomiques en même nombre et semblablement disposés; mais nous voyons qu'ils se ramènent tous à un type unique. Et ce type n'est pas simplement un type virtuel, une conception de notre intelligence, comme le croyait Gœthe; il est réalisé chez tous les animaux vertébrés,

dans les premiers temps de leur existence embryonnaire, ainsi que nous l'ont appris les mémorables découvertes embryogéniqnes de M. de Baer. Tous ces animaux ont une commune origine et traversent, au début, un certain nombre de formes semblables, avant de s'engager dans les voies différentes qui produisent le Poisson, le Batracien, le Reptile, l'Oiseau et le Mammifère.

» Si donc les premières phases de l'évolution sont les mêmes chez tous les animaux vertébrés, on comprend qu'elles pourront chez tous se modifier de la même manière, et que, par conséquent, les mêmes types monstrueux pourront apparaître chez tous. On le comprend d'autant mieux que, comme je l'ai montré dans mes Communications précédentes, les monstruosités les plus graves se déterminent pendant les premières phases de la vie embryonnaire, et lorsque l'organisation n'est encore constituée que par des tissus homogènes. Ainsi donc l'unité de type est évidemment la condition de la répétition de certains types monstrueux chez tous les animaux vertébrés, tandis qu'ils ne peuvent se manifester en dehors de cet embranchement.

» Et ici je dois signaler un point bien important, par lequel je m'écarte des doctrines d'Is. Geoffroy Saint-Hilaire. Cet illustre naturaliste, qui admettait l'unité de composition organique pour tout le règne animal, croyait que certains types tératologiques pouvaient être réalisés dans des embranchements différents. Aujourd'hui, nous ne pouvons admettre l'unité de type que pour les animaux d'un même embranchement : il en résulte que les anomalies et les monstruosités qui se produisent chez les animaux invertébrés se rattachent à des types tout autres que ceux des animaux vertébrés, types qui ne sont pas encore définis. Du reste, cela ne change absolument rien aux doctrines générales du livre; car si Is. Geoffroy Saint-Hilaire croyait écrire un Traité de Tératologie animale, il n'a écrit qu'un Traité de Tératologie des animaux vertébrés. La Tératologie des invertébrés est tout entière à faire.

» Maintenant une autre question se présente. De ce que certains types monstrueux peuvent se rencontrer dans les cinq classes de l'embranchement des vertébrés, en résulte-t-il que cette loi sera applicable à tous les types sans exception? Ou bien n'y aurait-il pas aussi des types spéciaux à certaines classes, même à certains genres ou à certaines espèces? Les documents, encore bien incomplets, que possède actuellement la Tératologie, démontrent que certaines classes ne peuvent produire qu'un nombre fort restreint de types monstrueux. Ainsi, tandis que j'ai produit chez les Oiseaux presque tous les types connus de la monstruosité simple, et que j'ai observé

chez eux un grand nombre de types de la monstruosité double, Lereboullet, dans ses études sur les Poissons, ne constatait qu'un très-petit nombre de types de la monstruosité simple (*péracéphale*, *acéphale* et *triocéphale*), et ne rencontrait jamais, dans le grand nombre de monstres doubles qu'il a observés, les monstres doubles à union antérieure ou à double poitrine.

» Cette absence de certains types monstrueux chez les Poissons, tandis que ces types existent chez les Oiseaux et chez les Mammifères, s'explique de la manière la plus simple par la divergence qui se produit, à un moment donné, dans la manière dont se fait le développement embryonnaire, puisque les embryons de Poissons sont toujours dépourvus d'amnios et d'allantoïde, tandis que ces organes existent dans l'embryon des Oiseaux et des Mammifères. Or il y a des types monstrueux dont la production se lie à l'existence de l'amnios et de l'allantoïde, et semble être, par conséquent, impossible chez les Poissons.

» En effet, j'ai montré, dans mes précédentes Communications, comment les arrêts de développement de l'amnios sont la cause prochaine d'un grand nombre de monstruosités simples. Ainsi, un arrêt de développement portant sur la totalité de l'amnios détermine, soit isolément, soit simultanément, les différentes formes de l'*exencéphalie*, de la *célosomie* et de l'*ectromélie*. La *cyclopie*, la duplicité du cœur et la hernie ombilicale de la tête résultent de l'arrêt de développement du capuchon céphalique. La *symélie* est produite par l'arrêt de développement du capuchon caudal.

» Dans la série des monstruosités doubles, les monstres doubles à union antérieure ou à double poitrine ne peuvent se produire que chez les vertébrés allantoïdiens, dont l'embryon, à un certain moment, se retourne sur le vitellus; car le retournement en sens inverse des deux sujets composants est, comme je l'ai montré, la condition de ce mode particulier d'union. Les embryons de Poissons qui ne se retournent point sur le vitellus ne peuvent s'unir que par leurs faces latérales, ainsi qu'il résulte de toutes les études faites sur les monstres doubles chez les Poissons, depuis Jacobi jusqu'à Lereboullet.

» Tous ces faits rendent compte de la présence ou de l'absence de certains types monstrueux, dans les différentes classes d'un même embranchement. Je ne doute point qu'on ne puisse aller plus loin, et prouver qu'il y a des anomalies plus spéciales encore, et qui ne peuvent exister que dans certains ordres, dans certains genres, peut-être même dans certaines espèces. Mais je n'ai pas encore les éléments nécessaires pour traiter complétement cette nouvelle partie de mon sujet. »

PHYSIQUE VÉGÉTALE. — *Sur l'influence qu'exercent divers rayons lumineux sur la décomposition de l'acide carbonique et l'évaporation de l'eau par les feuilles; par* **M. P.-P. Dehérain**. (Extrait par l'Auteur.)

« Dans un Mémoire lu à l'Académie, j'avais indiqué que les rayons lumineux efficaces pour déterminer la décomposition de l'acide carbonique par les feuilles l'étaient aussi pour déterminer l'évaporation, que ces deux fonctions des végétaux présentaient ainsi une liaison qui avait échappé aux physiologistes. Mais une opinion différente a été émise, d'après laquelle l'*intensité* de la lumière influerait seule sur la rapidité de la décomposition de l'acide carbonique, tandis que la couleur des rayons serait indifférente : des rayons jaunes ou bleus provoqueraient des décompositions semblables, s'ils ont la même intensité.

» En répétant ces expériences, je suis arrivé à constater ce qu'on savait déjà, à savoir : que la nature de la lumière, à égale intensité, exerce, au contraire, une influence considérable; ainsi, en opérant sur des plantes submergées et en mesurant avec soin la quantité de gaz émis, au lieu de compter le nombre des bulles d'air qu'elles dégagent, j'ai vu que, sous l'influence de la lumière jaune, le *Potamogeton crispus* émettait $26^{cc},2$ de gaz, tandis que, sous l'influence des rayons bleus d'égale intensité, la plante n'en dégageait que $5^{cc},8$ pendant le même temps.

» En variant encore mes expériences, je suis arrivé à constater :

» 1° Que tous les rayons lumineux ne sont pas également efficaces pour déterminer la décomposition de l'acide carbonique;

» 2° Que, même à intensité égale, les rayons jaunes et rouges agissent plus favorablement que les bleus ou les violets;

» 3° Que l'accord qu'on avait constaté entre la décomposition et l'évaporation se maintient dans les circonstances nouvelles où je me suis placé. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Remarques sur les diverses conditions de production du goître; par* **M. E. Decaisne**. (Extrait.)

« M. Hahn a communiqué à l'Académie, dans la séance dernière, des faits observés chez les ouvrières en dentelles, faits qui viendraient à l'appui des opinions émises sur la production du goître par la compression des vaisseaux du cou, et confirmeraient les résultats des recherches de quelques hygiénistes allemands sur ce sujet....

» Le tort de la plupart des observateurs a été de négliger, dans leurs recherches, l'influence du milieu, les conditions hygiéniques et d'alimentation : par exemple, l'influence du tempérament lymphatique et scrofuleux et de toutes les mauvaises conditions de l'alimentation et de l'habitation saute aux yeux.

» Il n'y a pas de situation plus triste que celle des dentellières. La position constamment inclinée du corps, l'immobilité des membres inférieurs, la fatigue des yeux, l'habitation dans des pièces obscures et humides, la faible rémunération du travail, la mauvaise alimentation, etc., engendrent une foule de maladies et d'infirmités.

» Les maladies des yeux sous toutes leurs formes, les scrofules, l'anémie, les maux d'estomac, la phthisie pulmonaire, la courbure du dos, une vieillesse anticipée atteignent la moitié des ouvrières en dentelles. Mais nous ne croyons pas qu'on ait jamais constaté chez elles, toutes choses égales d'ailleurs, une fréquence plus grande du goître. Si, dans le canton de Luzarches, le goître a diminué d'une façon très-sensible depuis que l'industrie de la dentelle a disparu du pays, il faut, selon nous, en chercher principalement la cause dans les progrès de l'hygiène publique et privée, dans une meilleure alimentation, dans le bien-être et l'aisance qui se sont répandus d'une manière à peu près générale dans les populations des campagnes. D'autres contrées de la France sont dans le même cas, non-seulement pour le goître, mais encore pour les fièvres intermittentes. »

M. **Landrin** adresse une nouvelle Note sur l'action physiologique du chloral. A la suite de nouvelles expériences, l'auteur arrive à conclure que le chloral dont il avait d'abord fait usage était dans un mauvais état de conservation, et que, en se servant d'un hydrate de chloral pur, on obtient, chez le chien, aux doses de 1 à 6 grammes, suivant la force des sujets : 1° la résolution musculaire; 2° l'hypnotisme le plus complet; 3° l'émoussement de la sensibilité.

M. **Zaliwski** adresse une Note concernant un procédé de bronzage, applicable au fer ou à la fonte. Le procédé consiste à plonger la pièce dans du soufre fondu, mêlé de noir de fumée : la surface égouttée résiste aux acides dilués, peut prendre un beau poli, et présente l'apparence du bronze oxydé.

M. **Delaurier** adresse une Note sur la « fabrication du manganate de

chaux pour la production économique de l'oxygène et des composés oxygénés. »

M. **Méhay** soumet au jugement de l'Académie une « Note sur le calcul infinitésimal ».

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Serret.

La séance est levée à 5 heures. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 25 octobre 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

Ministère de la Marine et des Colonies. Compte général de l'administration de la justice maritime pour les années 1862, 1863 *et* 1864. Paris, 1869; in-4°. (2 exemplaires.)

Direction générale des Douanes. Tableau des droits d'entrée et de sortie. Paris, 1869; grand in-8°.

Le Jardin fruitier du Muséum; par M. J. DECAISNE, Membre de l'Institut; liv. 102. Paris, 1869; in-4°, texte et planches.

Discours prononcé, au nom de l'Académie des Sciences, à l'inauguration de la statue de Guillaume DUPUYTREN *à Pierre-Buffière (Haute-Vienne), le* 17 *octobre* 1869; *par* M. le Baron LARREY. Paris, 1869; in-4°.

Les aliments. Quatre conférences faites devant la Société des Arts de Londres par M. H. LETHEBY; *traduites de l'anglais par* M. l'abbé MOIGNO. Paris, 1869; 1 vol. in-12.

Calculs de l'urèthre et des régions circonvoisines chez l'homme et chez la emme; par M. BOURDILLAT. Paris, 1869; in-8°. (Adressé par l'auteur au concours Godard, 1870.)

Observations pour servir à l'histoire des corps étrangers dans les voies aériennes; par M. BOURDILLAT. Paris, 1868; br. in-8°.

Fibrome calcifié du sinus maxillaire gauche simulant une exostose nécrosée; ablation du maxillaire; guérison; par M. BOURDILLAT. Paris, 1868; br. in-8°.

Recherches pour servir à l'histoire de la trachéotomie dans le croup; par M. BOURDILLAT. Paris, 1869; br. in-8°.

(Ces trois brochures sont adressées par l'auteur au concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1870.)

Études théoriques et pratiques sur la pisciculture; par M. le vicomte E.-H. DE BEAUMONT. Paris, sans date; 1 vol. in-12.

Méthode bio-dynamique d'orthomorphie. Régénération de la forme et de la santé sans médicaments ni instruments quelconques; par M. J. DU CARDONNOY. Paris, 1869; 1 vol. in-8°.

Mémoires de la Société d'Agriculture, Sciences, Belles-Lettres et Arts d'Orléans, t. XII, n° 4, 1869, 4e trimestre. Orléans, 1869; in-8°.

Sur la fabrication de la soude au four tournant; par M. LAMY. Paris, 1869; opuscule in-4°.

Recherches sur les substances alimentaires destinées au bétail (deuxième Mémoire); *par* M. B. CORENWINDER. Lille, sans date; opuscule in-8°.

La liberté de l'enseignement et les Universités. Discours prononcé en séance publique, à la réouverture des cours, le 11 *octobre* 1869, *par* M. GLUGE. Bruxelles, 1869; br. in-8°.

Exposé des travaux de la Société des Sciences médicales du département de la Moselle, 1868. Metz, 1869; in-8°.

La chambre noire et le microscope. Photomicrographie pratique; par M. J. GIRARD. Paris, 1869; 1 vol. in-12.

Métaphysique du calcul différentiel; par M. COFFIN. Arras, 1869; br. in-8°.

The... *Journal de la Société royale de Dublin*, n° 38. Dublin, 1869; in-8°.

Proceedings... *Procès-verbaux des réunions scientifiques de la Société zoologique de Londres*, 1868, 3e partie, juin à décembre. Londres, 1869; in-8°.

Rendiconto... *Comptes rendus de l'Académie royale des Sciences physiques et mathématiques de Naples*, fascicules 5 à 8, mai à août 1869; Naples, 1869; 4 brochures in-4°.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 2 NOVEMBRE 1869.

PRÉSIDENCE DE M. CLAUDE BERNARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE. — *De l'emploi industriel des huiles minérales pour le chauffage des machines, et en particulier des machines locomotives; par* **MM. H. Sainte-Claire Deville** *et* **C. Dieudonné.**

« Au commencement de l'année 1868, la Compagnie des Chemins de l'Est fit essayer l'emploi des huiles minérales pour le chauffage des locomotives. Le savant directeur de cette Compagnie, M. Sauvage, nous ayant confié la mission d'étudier et de perfectionner les machines qui fonctionnent sur le réseau de la Compagnie, nous venons rendre compte à l'Académie de ceux de nos résultats qui peuvent l'intéresser, et que nous extrayons d'un Rapport plus complet adressé à la Compagnie.

» Deux locomotives ont été adaptées à l'emploi des huiles minérales comme combustible. La description de la première machine, portant le n° 291, a déjà été donnée dans les *Comptes rendus* (t. LXVIII, p. 353). L'appareil de chauffage était le même dans la campagne de 1869 qu'en 1868, sauf quelques modifications peu importantes. Nous rappellerons seulement que la sole et trois murs verticaux forment une cage fermée au bas du foyer : il y a en plus deux voûtes brise-flammes. Les briques de qualité ordinaire ont été moulées pour réduire au minimum la largeur des joints.

» 1° *Machine* n° 291. — Cette machine avait, dans l'origine, fait ses preuves dans plusieurs trains d'expériences : on se proposa de lui faire remorquer des trains réguliers, en un mot, de lui faire parcourir un grand nombre de kilomètres, pour voir comment les diverses parties de l'appareil se comporteraient devant l'épreuve d'un usage prolongé.

» Il fut décidé que la machine serait envoyée au dépôt de Flamboin, où se trouvent concentrées les locomotives ordinaires du même type (roues libres; poids adhérent : 8400 kilogrammes; surface de chauffe : 60 mètres carrés). D'Épernay à Flamboin, la machine fit le trajet en feu, accouplée comme renfort à des trains de voyageurs. Nous l'avons accompagnée pendant une partie du voyage entre Épernay et Paris. Le train était composé de douze voitures. La machine 291 en traînait environ huit pour sa part. La vitesse était de 46 kilomètres à l'heure, les rampes maxima de 5 millimètres par mètre. La consommation d'huile fut remarquablement uniforme :

3kg,44	par kilomètre entre Épernay et Château-Thierry; distance....		48km
3kg,36	» entre Château-Thierry et Meaux.	»	50
3kg,36	» entre Paris et Meaux..........	»	44
	Distance totale...........		142

» Les machines du dépôt de Flamboin font de petits trajets :

De Flamboin à Longueville.........................	7km
De Longueville à Provins..........................	7
De Flamboin à Montereau..........................	28

» Les stationnements, les manœuvres pour la composition et la décomposition de trains, les allumages sont fréquents. Ces circonstances offraient de grandes difficultés pour l'application d'un nouveau système de chauffage et le soumettaient à une épreuve très-sérieuse. Pendant sa tournée de service, la machine passait la nuit à Provins, entre 10h25m du soir (heure du dernier train) et 5h30m du matin (heure du premier train). Dans cette station, il n'y avait pas d'autre machine en feu. De 10h25m à 4 heures la pression tombait de 7 à 1 atmosphère. A 4 heures, on rallumait en donnant très-peu d'huile, la chaleur de la chaudière créant un léger tirage entretenait la flamme. Au moment où le manomètre montait à 2 ½ atmosphères, on soufflait avec la vapeur empruntée à la machine elle-même.

» La distribution d'huile a reçu deux perfectionnements. Les vingt petits ajutages ne débitaient pas toujours uniformément ni également, de sorte

que, si l'on réglait l'entrée d'air en proportion des gros filets d'huile, il y avait excès pour les petits filets; si l'on réglait en proportion des petits filets, les gros filets faisaient fumer. Il fallait donc régulariser le débit des ajutages. On y a réussi par l'envoi intermittent d'un jet de vapeur à haute pression dans l'axe du distributeur. Cette chasse de vapeur répétée d'heure en heure nettoie parfaitement les orifices.

» Dans les premières expériences les canaux de la grille ne s'engorgeaient pas parce qu'on réglait la dépense d'huile bien exactement en proportion du tirage. Mais quand la machine remorqua des trains réguliers, il arriva que le mécanicien, encore inexpérimenté et distrait par d'autres soins, envoya sur la grille des quantités d'huile trop fortes : de là des engorgements. Nous y avons remédié en rendant le nettoyage facile et pratique. A cet effet, vingt trous ont été percés dans le prolongement des canaux et fermés par des bouchons de cuivre filetés. Quand on veut nettoyer un canal, on dévisse le bouchon et par l'orifice on enfile une tringle. Cette opération n'a pas besoin de se répéter souvent, au plus tous les 100 kilomètres lorsque la machine s'est souvent arrêtée ou a été conduite avec négligence.

» Les voûtes en briques qui entraient à l'origine dans le système de protection des cadres n'ont pas duré longtemps : celle d'arrière, qui avait le plus chaud, a cédé la première. Cette voûte avait été construite en briques et fer. Les voussoirs en briques étaient maintenus dans une chape de fer enveloppant la voûte à l'extrados et se recourbant en forme de griffes vers les naissances; dans le sens de la longueur, il y avait deux rangs de briques.

» Le premier rang de briques de côté fut rongé et tomba, laissant à découvert l'extrémité de la chape en tôle. Celle-ci ne tarda pas à fondre, et, par la formation du silicate de fer, les murs verticaux furent rongés à leur tour au contact de la chape. Pendant cette campagne, le parcours total avait été de 800 kilomètres, et la consommation de $6^{kg},15$ d'huile par kilomètre.

» L'appareil fut réparé en supprimant les deux grandes voûtes brise-flammes. Dès lors, la brique n'était employée qu'en très-petite quantité pour fermer le bas du foyer et pour former une très-petite voûte, large de 11 centimètres, nécessaire pour protéger le cadre (1), immédiatement au-

(1) Toutes ces difficultés viennent de ce qu'il a fallu transformer presque sans frais des locomotives existantes : elles disparaîtraient dans des machines construites pour brûler des huiles.

dessus de la grille. Cette voûte fut construite sans fer au moyen d'un petit cintre volant; ses extrémités s'appuyaient de chaque côté sur les murs verticaux, en s'y encastrant légèrement pour empêcher le déversement à l'intérieur. Dès lors aucun obstacle ne gênait la flamme, qui pouvait se développer librement dans le foyer.

» L'appareil ainsi simplifié eut une marche très-satisfaisante. La production de vapeur fut abondante; seulement la fumivorité, qui est absolue dans ces sortes d'appareils, ne s'obtenait plus avec autant de facilité qu'auparavant. La machine parcourut ainsi 1169 kilomètres de trains réguliers *faisant le même service* que les autres machines du même type. La consommation d'huile fut de $5^{kg},98$ d'huile par kilomètre.

» Les essais de la machine **291** furent alors interrompus parce qu'on avait besoin du tender portant la bâche d'huile pour l'accoupler à une nouvelle machine dont il va être question plus loin.

» Pendant son service au dépôt de Flamboin, la machine **291** a consommé 6 kilogrammes d'huile par kilomètre de train. Les machines de la même série, pendant la même époque, ont consommé $9^{kg},20$ de coke. Donc la consommation d'huile a été les $\frac{65}{100}$ de celle du coke en poids.

» Observons d'ailleurs que, pour de si petites machines, ces consommations peuvent sembler considérables. Cela tient à la faiblesse des distances parcourues à chaque voyage. Les comptes de la traction enregistrent seulement pour ces machines le parcours kilométrique des trains, tandis qu'elles font en plus des manœuvres multipliées qui absorbent de la vapeur : les allumages répétés, les stationnements en absorbent également.

» Cette réserve faite, nous croyons que les chiffres ci-dessus représentent bien les valeurs respectives des deux combustibles, coke et huile lourde du gaz; ils sont en parfaite concordance avec ceux qui ont été obtenus sur le yacht de l'Empereur, *le Puebla,* auquel un appareil à combustion d'huiles minérales avait été adapté par l'un de nous au commencement de l'année 1868.

» 2° *Machine mixte* n° **191**. — Après avoir fait sur une petite locomotive les épreuves dont nous venons de parler, on a pensé qu'il serait intéressant d'expérimenter le même système sur une locomotive plus puissante. On choisit donc une machine mixte portant le n° **191** (4 roues couplées; diamètre des cylindres : $0^{m},42$; surface de chauffe totale : 100 mètres carrés; poids adhérent : 19500 kilogrammes). Le nouveau foyer pour la combustion de l'huile fut adapté sur la machine en suivant le système déjà décrit,

mais en profitant des résultats précédemment acquis par l'expérience. Nous allons la décrire succinctement.

» La distribution de l'huile se fait comme dans la machine 291. La grille est encore verticale, en fonte et d'un seul morceau; mais elle déborde de 11 centimètres en dedans du foyer et forme une table sur laquelle on peut appuyer un rang de briques pour protéger le cadre. Ainsi se trouve supprimé le porte-à-faux, qui, dans la première machine, rendait nécessaire à cette place la présence d'une voûte.

» Le foyer est clos par une sole et trois murs verticaux; mais la sole est en pente vers la grille pour diminuer le nombre des briques. En travers du foyer, on a mis un bouilleur incliné, du système Tembrinck, déjà éprouvé au chemin de fer de l'Est. Ce bouilleur remplace les grandes voûtes en briques de la première machine. Il a pour but d'allonger le parcours des gaz, d'augmenter la production de vapeur, tout en facilitant la fumivorité.

» Les briques sont toutes posées à plat pour obtenir plus de stabilité. Le fer qui les maintient est logé dans leur épaisseur, à l'abri de la flamme. Ces briques sont en bauxite, fabriquées par le système de M. Le Châtelier. Ce nouveau produit réfractaire est d'une infusibilité complète aux températures très-élevées auxquelles il a été soumis dans nos foyers.

» La grille a vingt barreaux, comme celle de la première machine; le foyer ayant à peu près la même largeur dans les deux locomotives, on ne pouvait augmenter le nombre des barreaux; mais leur hauteur est plus grande. La dimension verticale des passages d'air a été portée de 16 à 22 centimètres : par rapport à la grille de la machine 291, la section des passages d'air est augmentée de 37 pour 100.

» La nouvelle machine 191 a été mise en service au dépôt d'Épernay. Elle a remorqué des trains réguliers de voyageurs entre Épernay et Reims (rampes de 9 millimètres), entre Épernay et Bar (rampes de 5 millimètres).

» La production de vapeur n'a pas été aussi facile qu'avec la petite machine; sans doute la surface de grille n'avait pas été assez agrandie en proportion de la surface de chauffe. Dans une nouvelle application il faudrait augmenter la hauteur ou mieux le nombre des barreaux.

» La grille n'a pas tardé à se fendre en plusieurs endroits. D'abord, effrayés de cet accident, nous ne tardâmes pas à nous rassurer, en constatant que l'appareil restait solide malgré ces fentes, et que l'huile ne se perdait pas. Ces ruptures devaient presque nécessairement se produire dans

une pièce de fonte d'une aussi grande dimension, soumise en ses diverses parties à des températures très-différentes. Si quelque modification de forme ne permettait pas de prévenir ces fractures de la grille, il faudrait se résoudre à faire les barreaux séparés et en fer, en conservant la fonte pour la cuvette inférieure.

» La machine 191 a parcouru jusqu'à présent 1433 kilomètres de train. La consommation d'huile a été de 5 kilogrammes par kilomètre en pleine marche, plus 90 kilogrammes par allumage et 25 kilogrammes par heure de stationnement en feu.

» Le poids d'eau vaporisée par kilogramme d'huile a été de $10^{kg},90$. Par kilogramme de briquettes de bonne qualité on vaporise $7^{kg},90$; le rapport de ces deux poids est de 138 à 100.

» Le foyer est actuellement en bon état; il semble présenter des garanties sérieuses de durée, et l'on peut dire que, si les huiles lourdes arrivaient sur le marché en quantités suffisantes et si les pétroles s'y rencontraient à un prix convenable, l'appareil répondrait aux exigences d'un service pratique.

» Dans l'état présent nous pensons qu'à cause de la production énorme de vapeur produite dans les locomotives bien construites et chauffées à l'huile minérale, en attendant que des sondages bien conduits et très-profonds aient amené à la surface du sol de la France le pétrole, qu'on peut, suivant toutes les probabilités (1), supposer existant sur certains points bien connus de son territoire; en attendant qu'on condense tous les produits de sa distillation des houilles et des schistes, on peut employer avec avantage les huiles de houille au chauffage des locomotives qui remorquent un grand nombre de voitures animées d'une grande vitesse. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Note en réponse à la dernière Communication de* M. Pasteur *sur le chauffage des vins; par* **M. P. Thenard.**

« M. Pasteur, avec une courtoisie dont je ne puis que lui savoir gré, m'a communiqué en épreuve la Note qu'il a lue lundi dernier sur le chauffage des vins.

» Dans cette Communication, M. Pasteur maintient son droit à l'inven-

(1) M. Foucou, l'habile ingénieur et le savant géologue bien connu de l'Académie, a fait à ce sujet un travail important, et, en ce moment, il étudie à nouveau cette question dans les districts pétrolifères du Canada.

tion de la conservation du vin par le chauffage; puis il fait ressortir ce qu'il trouve d'ambigu et d'incomplet dans les travaux de M. de Vergnette sur ce sujet, et il cherche à démontrer que, dans ma Note, insérée aux procès-verbaux du Conseil général de la Côte-d'Or, en faveur de M. de Vergnette, je me suis gravement trompé et n'ai pas été juste à son égard.

» Je ne m'occuperai ici que de ce qui m'est personnel : il serait, en effet, superflu de faire ressortir devant l'Académie ce que je trouve de vraiment beau et original dans les travaux de M. Pasteur sur le vin, et, malgré mes sentiments tout aussi favorables sur ceux de M. de Vergnette, je ne continuerai pas à les défendre, puisqu'il est aujourd'hui en position de le faire lui-même.

» De toutes les attaques dirigées par M. Pasteur contre moi, il en est une qui m'est plus sensible que les autres : il m'accuse d'avoir répandu, par les voies les plus multiples de la presse et plus que les convenances entre confrères ne l'autorisent, une réponse à S. Exc. le Maréchal Vaillant. Qu'il me permette de lui faire savoir que, dans la Côte-d'Or, les procès-verbaux du Conseil général sont, après chaque séance, communiqués à tous les journaux du département qui veulent en prendre connaissance; que les plus importants ne manquent pas d'user de ce privilége, et qu'ils reproduisent avec un soin toujours minutieux les parties les plus saillantes des discussions. D'après cela, il ne m'a pas été nécessaire d'insister auprès d'eux pour leur faire reproduire la contestation qui s'est élevée au sein du Conseil après le discours de son Président; et aussitôt plusieurs autres organes de la publicité, renseignés par ceux de la Côte-d'Or, les ont imités.

» Sur ce point, l'accusation de M. Pasteur n'est donc pas fondée; bien plus, elle n'est même pas dans le sentiment de la réalité. Voilà quatre ans, en effet, que M. de Vergnette réclame contre M. Pasteur, et si, jusque dans ces derniers mois, ses plaintes sont restées à l'état *quasi latent*, c'est que plusieurs de ses amis étaient parvenus à lui persuader que le temps finirait bien, et sans conflit apparent, par faire, dans la question en litige, la part des mérites de chacun.

» En cela, j'ose dire que mon influence n'a pas été des moins efficaces, et j'eusse certainement continué dans cette voie, si inopinément M. le Maréchal Vaillant, par son discours devant une assemblée de Bourguignons, dont M. de Vergnette ne fait pas partie et dont les séances ne sont pas publiques, ne m'eût mis dans l'obligation *absolue* de rappeler *sur l'heure* les titres d'Appert et ceux de M. de Vergnette.

» Mes intentions n'ont donc en rien été malveillantes à l'égard d'un con-

frère; bien plus, chacun peut être convaincu que, si les choses se fussent présentées dans des conditions diamétralement opposées, je me serais cru dans l'obligation de réclamer pour M. Pasteur comme je l'ai fait pour Appert et pour M. de Vergnette.

» Maintenant, me suis-je gravement trompé dans mes appréciations?

» J'ai dit qu'Appert était l'inventeur du principe, qu'il avait fixé à 75 degrés le point auquel il faut chauffer les vins, en bouteilles bouchées, pour en assurer la conservation : M. Pasteur ne conteste pas ce fait *capital*, que M. le Maréchal Vaillant *n'avait pas établi dans son discours;* par conséquent, sur le point le plus essentiel, je suis resté dans l'exacte vérité.

» J'ai dit ensuite que vers 1850, M. de Vergnette avait publié que *les vins fins de Bourgogne*, et particulièrement les vins rouges, perdent par le chauffage à 75 degrés la meilleure part de leur finesse et de leur bouquet, et deviennent durs et secs. A part l'explication que donne de ce fait M. de Vergnette, et dont je n'avais pas à m'occuper, le fait est vrai, tous les œnologues et les grands négociants en vins de la Bourgogne l'ont maintes fois vérifié, et si je ne l'avais pas énoncé dans ma réponse au Maréchal, il eût été relevé par nombre de mes collègues du Conseil général. En cela je ne me suis donc pas encore trompé.

» J'ai dit encore que M. de Vergnette avait annoncé à l'Académie, dans sa séance du 1er mai 1865, qu'une température de 55 degrés est plus que suffisante pour empêcher toute maladie ultérieure, et présente cet avantage essentiel de n'altérer les vins fins de la Bourgogne ni dans leur finesse, ni dans leur bouquet. Le *Compte rendu* est là pour permettre à chacun de vérifier mon assertion.

» Quant aux diverses manières d'opérer, indiquées par M. de Vergnette, c'est un détail sur lequel, à ce qu'il me semble, M. Pasteur insiste trop, puisqu'en définitive il suffit, quel que soit le mode de chauffage, d'élever la température du vin à un maximum de 55 degrés.

» Reste la question des brevets. Le brevet d'Appert, s'il a jamais existé, est depuis longtemps tombé dans le domaine public; celui de M. Pasteur est du 11 avril 1865, c'est-à-dire qu'il ne précède que de vingt jours la Communication de M. de Vergnette.

» Au 1er mai, M. de Vergnette connaissait-il le brevet du 11 avril? Il m'est bien permis d'élever des doutes très-négatifs à cet égard, puisque je n'ai encore rencontré personne qui m'ait dit l'avoir connu avant la date du 1er mai, que M. de Vergnette était depuis deux mois, c'est-à-dire depuis son élection de Membre Correspondant, retourné en Bourgogne,

et que c'est à cette séance même du 1er mai que M. Pasteur a dénoncé son brevet.

» Ainsi, au point de vue moral, je ne dis pas juridique, MM. Pasteur et de Vergnette sont jusqu'ici sur la même ligne, à cette différence près, que M. de Vergnette avait depuis longtemps reconnu l'influence fâcheuse, sur les vins fins de la Bourgogne, du chauffage à 75 degrés.

» Maintenant quelle température indique M. Pasteur dans son brevet? Il le dit dans sa Note : 60 à 100 degrés, suivant les vins : ici je me suis trompé dans les chiffres limites, j'ai dit 67 à 75 degrés, et je reconnais mon erreur.

» Mais je ne me suis pas trompé en ce qui touche les vins fins de Bourgogne, qui, au Conseil général de la Côte-d'Or, préoccupent bien plus que la question des inventeurs, et il était bien naturel de réclamer pour eux, quand le Maréchal Vaillant nous donnait comme une panacée souveraine ce qu'un Bourguignon avait reconnu être pour eux un poison, dont il ne faut jamais user qu'à doses moindres que celles indiquées par Appert et M. Pasteur.

» D'où la conclusion bien simple que je maintiens ici :

» 1° Appert est l'inventeur du principe;

» 2° M. Pasteur est le savant qui en a donné la théorie;

» 3° M. de Vergnette est l'habile industriel qui a reconnu ce qu'il y avait de forcé dans le chiffre d'Appert, et l'a utilement rectifié.

» Maintenant, que l'on dise que, pour obtenir ce résultat heureux, M. de Vergnette s'est appuyé sur les premiers Mémoires de M. Pasteur sur le vin, je crois que lui-même ne s'en est pas caché : c'est le plus grand hommage qu'il pouvait lui rendre et que je lui rends aussi. »

M. DE VERNEUIL, en présentant à l'Académie, au nom de *M. de Tchihatcheff*, la fin de son ouvrage sur l'Asie Mineure, s'exprime comme il suit :

« M. de Tchihatcheff, un de nos Correspondants, m'a chargé d'offrir à l'Académie le huitième et dernier volume de son ouvrage sur l'Asie Mineure, ouvrage qui comprend la géographie physique, la climatologie, la botanique et la géologie de cette intéressante contrée.

» En présentant, en février dernier, les trois volumes consacrés à la géologie, M. Élie de Beaumont a pu dire avec raison que cet ouvrage assurait

à M. de Tchihatcheff le privilége, tout nouveau, d'avoir fait entrer, dans le cadre des contrées géologiquement connues, un pays asiatique soumis aux lois du Coran.

» Le volume que je dépose sur le bureau de l'Académie nous donne les plus précieux renseignements sur la paléontologie de l'Asie Mineure. Après avoir recueilli, pendant ses nombreux voyages, une riche collection d'animaux et de plantes fossiles, et l'avoir libéralement donnée au Muséum d'histoire naturelle, pour servir de pièces à l'appui de ses observations, M. de Tchihatcheff a remis à MM. d'Archiac et Fischer, ainsi qu'à moi-même, le soin de les décrire et de les figurer.

» Ces fossiles appartiennent, en général, aux terrains dévonien, tertiaire et quaternaire. Le terrain jurassique n'est représenté que par quatre ammonites trouvées aux environs d'Angora (Galatie), et le terrain crétacé par 27 différentes espèces de fossiles. Le terrain dévonien en renferme 79, et les dépôts carbonifères, 14. Comme le nombre total des espèces de l'Asie Mineure s'élève à 604, il est facile de reconnaître que la majeure partie provient des terrains tertiaire et quaternaire. Ces riches collections sont d'autant plus précieuses que, jusqu'à présent, on ne connaissait presque rien de la faune et de la flore fossiles de l'Asie Mineure.

» Le volume contient aussi un Appendice où sont décrits les fossiles trouvés dans les couches dévoniennes des environs de Constantinople par le colonel Abdullah-Bey.

» En entrant ainsi dans le concert européen, l'Asie Mineure n'en trouble pas l'harmonie paléontologique. Les lois qui ont présidé à la succession des êtres organisés aux différentes époques de la vie du globe y sont les mêmes que dans nos contrées, rien n'y est changé; la base sur laquelle elles reposent est seulement élargie.

» Chaque nouvelle conquête de la géologie, soit en Asie, soit en Amérique, confirme ainsi les grandes vérités que proclame la paléontologie, leur donne un caractère de certitude et d'universalité qui les fait admettre dans tous les systèmes modernes de cosmogonie.

» La *Description paléontologique de l'Asie Mineure* est donc une véritable acquisition pour la science, et l'on peut dire qu'elle couronne dignement un ouvrage que d'Archiac et sir Roderick Murchison n'ont pas craint d'appeler « un des plus grands monuments scientifiques de notre époque », dû à l'esprit d'entreprise d'un seul homme livré à ses propres forces, mais doué d'un véritable et ardent amour pour la science (voir *Address at the anniversary meeting of the Royal geographical Society*; Londres, 1869). »

M. le Vice-Amiral Pâris fait hommage à l'Académie de la quatrième et dernière Partie de son ouvrage « L'art naval à l'Exposition universelle de Paris en 1867, augmenté des derniers perfectionnements et inventions maritimes jusqu'en 1869 ».

MÉMOIRES LUS.

GÉOLOGIE. — *Recherches sur la craie du nord de l'Europe; par* **M. Hébert.**

(Renvoi à la Section de Minéralogie et de Géologie.)

« En 1863, et par suite de recherches poursuivies pendant plus de quinze années, j'étais arrivé à distinguer, dans le grand massif de la *Craie blanche* du bassin de Paris, qui n'a pas moins de 400 mètres de puissance, et qui constitue une grande partie des falaises de la Manche, en France et en Angleterre, quatre zones distinctes par les fossiles qu'on y rencontre.

» Ces zones, jointes aux trois divisions *Craie supérieure, Craie marneuse à* Inoceramus labiatus, et *Craie glauconieuse*, partageaient le grand terrain de craie traversé par nos puits, en sept parties, représentant autant de grandes époques.

» J'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie les résultats de quelques-unes de ces recherches (1). Je soumets aujourd'hui à son jugement le travail détaillé relatif aux deux premiers étages de la craie du bassin de Paris, la *Craie glauconieuse* et la *Craie à* Inoceramus labiatus.

» J'y joins la série des coupes que j'ai relevées dans les falaises de la Manche et dans la vallée de la Seine, coupes qui forment la base de mon travail.

» Indépendamment de l'intérêt scientifique, cette question a aussi un intérêt pratique. Chacune de ces masses de craie constitue une sorte de cuvette dont Paris est le centre; elles se relèvent et viennent affleurer à des distances variables. Aussi tout puits artésien qu'on veut établir dans le bassin de Paris doit-il d'abord traverser ces couches. Il suffira donc de déterminer rigoureusement la zone qui affleure pour avoir une idée du travail à exécuter. C'est de cette manière que j'ai pu, en plusieurs circonstances, conseiller et diriger utilement les entrepreneurs de sondages.

» Lorsque ce travail a été achevé pour le bassin de Paris, j'ai voulu voir si cette classification de la craie conviendrait aux autres contrées. J'ai

(1) *Comptes rendus* du 25 juin et du 13 août 1866.

étudié à cet effet, en 1865, la Westphalie, le Hanovre, les côtes et les îles de la Baltique; en 1868, la Silésie et la Pologne, et j'ai pu vérifier que les mêmes étages se présentaient partout dans le même ordre, dès qu'on les déterminait à l'aide des caractères paléontologiques.

» Mon point de départ a été la craie de Meudon à *Belemnitella mucronata*, qui est un excellent repère pour tout le nord de l'Europe, et que j'ai pu suivre ainsi sur des espaces considérables. Ordinairement elle conserve ses caractères minéralogiques bien connus, et se montre ainsi en Hanovre, en Pologne et dans tout le bassin de la Baltique.

» Elle constitue à elle seule les falaises de Möen (1), de Rugen, une partie de celles de Seeland; elle est exploitée en plusieurs points de la Scanie occidentale.... Dans les falaises de Seeland, elle se termine par une craie jaune, durcie et percée de tubulures, exactement comme à Meudon, et qu'on a prise à tort pour de la *Craie de Faxö*.

» En Westphalie, à Haldem, la craie à *B. mucronata* devient arénacée et passe au grès; elle renferme en même temps beaucoup de Céphalopodes, mais ce changement de caractères minéralogiques résulte uniquement de la proximité des rivages anciens.

» Toutes les couches crétacées plus récentes que la craie de Meudon appartiennent à la craie supérieure, dont font aussi partie notre calcaire pisolithique et la craie jaune de Maestricht.

» Cette craie supérieure se divise en deux assises, qui sont bien visibles dans les environs de Mons. Je désignerai l'assise inférieure sous le nom de *Craie grise de Ciply;* elle est caractérisée par des Bracchiopodes particuliers et de nombreux Cirrhipèdes. Je rapporte à cette assise le calcaire à Baculites du Cotentin, qui, quoiqu'un peu plus ancien peut-être, est néanmoins postérieur à la craie de Meudon.

» L'assise supérieure comprend plus particulièrement la *Craie jaune* de Maestricht, à laquelle je rapporte le calcaire pisolithique du bassin de Paris.

» J'ai retrouvé ces deux assises en Suède. L'assise inférieure domine

(1) On cite ordinairement, dans les listes de fossiles de Möen, des espèces comme l'*Echinoconus vulgaris*, qui appartiennent à des étages plus anciens; mais je me suis assuré, cette année même, par un examen attentif, que les falaises ne renferment, du haut en bas, sur plus de 100 mètres de puissance, que des fossiles de la craie de Meudon. Il n'y a aucune preuve sérieuse que l'*Echinoconus vulgaris* provienne de ces couches; il vient plus probablement de Gravesend (Angleterre).

dans la Scanie orientale, où elle repose directement sur les terrains primaires, c'est la craie d'Ignaberga, de Balsberg, de Köping et d'Ifö. L'assise supérieure est représentée par des calcaires compactes ou marneux dont la faune est tout à fait différente; on leur a donné le nom de calcaires de *Saltholm*. Quelquefois ces calcaires sont blancs, friables et remplis de Bryozoaires, c'est alors le *Limsteen* des géologues scandinaves. Quelquefois encore il se développe, au milieu des masses irrégulieres, des polypiers qui constituent le calcaire bien connu de Faxö. Je considère ces trois calcaires comme de simples *facies* différents d'une même assise, car ils sont enveloppés dans des couches qui ont la même faune. La craie supérieure manque en Westphalie et dans le reste de l'Allemagne.

» Je passe maintenant aux assises de la craie blanche inférieure à la zone de la *Belemnitella mucronata*.

» La craie a *Micraster cor-anguinum* manque, aussi bien que les assises plus anciennes, en Scandinavie; elle se voit dans le nord du Hanovre, à Luneburt, avec les mêmes caractères que dans le bassin de Paris; mais presque partout ailleurs elle prend les caractères d'un dépôt littoral, et se présente sous la forme d'un véritable grès ou de sable. Les fossiles seuls restent les mêmes. C'est à ce niveau qu'il faut rapporter les sables d'Aix-la-Chapelle, les grès de Gehrden, le *Quadersandstein* supérieur du Hartz, etc. Ce changement considérable dans la nature des couches est une nouvelle justification de la séparation que j'avais faite dans le bassin de Paris, entre des assises que tous les géologues réunissaient.

» La craie à *Micraster cor-testudinarium* et la craie marneuse à *Inoceramus labiatus* succèdent aux assises précédentes dans tout le nord de l'Allemagne et en Silésie avec les mêmes caractères qu'en France; on est réellement étonné de trouver, par exemple dans l'île Wollin (Baltique), une immense fabrique de chaux hydraulique alimentée par les mêmes couches qu'à Senonches, à Vernon, à Lewes (Angleterre), etc.

» Dans toutes ces contrées, comme en Angleterre et dans le nord du bassin de Paris, les grès du Maine, qui, dans l'ordre chronologique, viennent se placer entre la craie marneuse et la craie glauconieuse, manquent.

» Cette dernière assise, au contraire, se voit presque toujours au-dessous des précédentes, mais je n'ai rien à dire de nouveau sur ce sujet, et je borne ici cet exposé de mes recherches sur le terrain crétacé supérieur du nord de l'Europe. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

GÉOLOGIE. — *Étude chimique de plusieurs des gaz à éléments combustibles de l'Italie centrale.* Mémoire de MM. **Fouqué** et **Gorceix**, présenté par M. Ch. Sainte-Claire Deville.

(Renvoi à la Section de Minéralogie et de Géologie.)

« Les gaz objets de cette étude sont au nombre de vingt-huit. Quatre appartiennent aux lagonis de la Toscane; les vingt-quatre autres proviennent de la région des Apennins comprise entre Modène et Imola. Les gaz des lagonis ont été déjà analysés, en 1856, par MM. Ch. Sainte-Claire Deville et Félix Leblanc; en reprenant leur examen, nous avons voulu simplement constater s'ils avaient ou non subi des variations de composition depuis cette époque. Quant à ceux des Apennins, un certain nombre avaient été étudiés, il y a près d'un siècle, par Volta et par Spallanzani; d'autres n'avaient jamais été analysés; le travail que nous transmettons à l'Académie a pour but de combler cette lacune. Les analyses ont été effectuées, à l'aide de l'appareil Doyère, dans le laboratoire des hautes études de Géologie du Collége de France. Elles ont porté non-seulement sur les mélanges gazeux naturels, mais encore sur les résidus de leurs traitements par des quantités connues d'alcool et sur les gaz extraits de ce dissolvant, de manière à pouvoir déterminer avec certitude leur composition.

» Le tableau suivant représente la constitution des vingt-quatre gaz recueillis dans les Apennins, en y regardant les très-petites quantités d'oxygène trouvées comme accidentelles :

	CO^2.	Azote.	C^2H^4.	C^4H^6.
Barigazzo	1,58	1,81	96,61	»
Monte Creto	0,53	1,22	98,25	»
Bocca Suolo n° 1	2,32	1,52	96,16	»
» n° 2	2,38	0,30	97,32	»
Champ de Veta	1,51	2,14	96,35	»
San-Venanzio	0,52	10,16	89,32	»
Sassuolo	0,56	1,38	98,06	»
Salvarola	0,79	3,63	95,58	»
Pietra mala-Vulcano	1,54	2,27	96,19	»
» Vulcanello	1,75	0,77	97,48	»
» Acqua buja	0,74	0,41	98,85	»
Bergullo	0,48	0,59	98,93	»

	CO^2.	Azote.	C^2H^4.	C^4H^6.
Riolo	1,01	1,64	97,35	»
Sassuno	1,14	0,39	80,60	17,87
San-Martino in Pedriolo	1,12	6,20	92,68	»
Porretta-Leone	5,97	4,61	89,42	»
» Gazomètre	2,52	1,57	95,91	»
» Bovi	5,72	2,06	92,22	»
» Marte	5,06	2,78	92,16	»
» Puzzola	1,84	6,68	91,48	»
» Vecchia	2,02	7,23	90,75	»
» Sasso cardo	2,05	3,13	94,82	»
Fosso di bagni	0,61	8,04	91,35	»
Gaggio Montano	1,23	2,01	96,76	»

» Les quatre gaz recueillis par nous aux lagonis sont composés comme il suit :

	HS	CO^2	Azote.	Hydrogène.	C^2H^4
Larderello	4,20	90,47	1,90	1,43	2,00
Castel nuovo	3,76	92,63	1,08	0,90	1,63
Sasso	5,43	88,33	1,55	2,01	2,55
Serrazzano	6,10	87,90	2,93	2,10	0,97

» Aucun de ces gaz ne contient d'acétylène, ni de carbure de la série $C^{2n}H^{2n}$, ni d'oxyde de carbone. Les gaz des lagonis renferment de l'hydrogène libre; ceux des Apennins en sont totalement dépourvus. Les premiers s'échappent du sol à une température très-voisine de 100 degrés ; les seconds, à l'exception de ceux de Porretta, se dégagent tous à des températures égales ou même inférieures à celle de l'atmosphère.

» Parmi les gaz des lagonis analysés par nous, les trois premiers nous ont offert sensiblement la même composition qui leur avait été déjà reconnue par MM. Ch. Sainte-Claire Deville et F. Leblanc. Le quatrième, celui de Serrazzano, qui n'avait été, jusqu'à présent, l'objet d'aucune analyse, se rapproche beaucoup de ceux de Lago, étudiés par ces deux savants. En somme, depuis 1856, les gaz des lagonis ne paraissent avoir subi aucun changement notable, ni dans leur température, ni dans leur composition.

» Parmi les gaz des Apennins, celui de Sassuno se distingue par la présence de l'hydrure d'éthyle, dont seul il renferme des proportions notables. Les gaz de Porretta forment, d'autre part, un groupe naturel, caractérisé par leur forte teneur en acide carbonique par les traces d'acide sulfhydrique qu'ils contiennent, par leur température, qui varie de 25 à

40 degrés, et par la proportion notable de sulfures que possèdent les eaux minérales dont ils sont accompagnés.

» Les gaz inflammables des Apennins appartiennent à une même famille naturelle, caractérisée par la prédominance du gaz des marais. Ils sont presque toujours accompagnés de sources d'eaux minérales plus ou moins abondantes, chaudes ou froides, mais, dans tous les cas, fortement chargées de chlorure de sodium et fréquemment pourvues d'une petite quantité de bicarbonate de soude. Très-souvent aussi, ils sont imprégnés de vapeurs de carbures liquides de la série $C^{2n}H^{2n+2}$, dont on sent l'odeur sur le lieu de leur dégagement et qui y imprègnent quelquefois le sol au point qu'on peut en retirer une certaine quantité à l'aide des dissolvants habituels de ces corps, comme nous l'avons fait à Pietra mala. De véritables sources de pétrole se rencontrent, du reste, fréquemment dans leur voisinage. Par suite, nous pensons que la présence de l'hydrure d'éthyle dans le gaz de Sassuno n'est pas une anomalie, mais seulement un cas plus marqué de la règle générale. Ce gaz de Sassuno établit la liaison de composition qui existe entre le gaz des Apennins et les gaz plus carburés des sources pétrolifères d'Amérique.

» D'autre part, parmi les gaz des Apennins, ceux de Porretta se rattachent aux gaz des lagonis, qui, eux-mêmes, offrent les plus grandes analogies de composition avec les gaz riches en hydrogène libre dont l'un de nous a constaté le dégagement au centre même d'un volcan en activité.

» Nous conclurons de là qu'une théorie quelconque de ces phénomènes doit être générale. Si l'on regarde, avec Volta et avec les géologues américains, les gaz des salzes et les pétroles comme de provenance organique, il faudra considérer les émanations combustibles des volcans en éruption comme dues à la même cause; et, inversement, si l'on suppose que les produits volatils des volcans sont des matières purement éruptives, on devra, à l'exemple de Spallanzani, admettre que les pétroles sont aussi d'origine inorganique.

» Relativement à l'importance industrielle des gisements de pétrole des Apennins, les analyses que nous avons effectuées nous conduisent encore à des remarques intéressantes. L'étude des gaz des puits pétrolifères d'Amérique faite par l'un de nous l'a amené à penser que les sources de pétrole les plus abondantes étaient celles qui donnaient issue aux gaz les plus carburés de la série $C^{2n}H^{2n+2}$, de sorte qu'à l'inspection des gaz provenant d'une source naturelle ou d'un forage artésien, on peut prédire à l'avance, avec un certain degré de probabilité, quelle sera la richesse en pétrole du

gisement exploré. Or les gaz des Apennins que nous avons analysés sont pauvres en carbone; sur vingt-quatre gaz examinés par nous, vingt-trois ne renferment aucun autre élément combustible que le gaz des marais. Il est donc probable que jamais les exploitations de pétrole dans les Apennins ne fourniront une richesse de produits comparable à celle des sources de l'Amérique du Nord. De plus, s'il existe un point des Apennins où la recherche du pétrole puisse être couronnée de succès, nous croyons que c'est à Sassuno que l'exploitation doit être tentée, car c'est le seul point où le gaz des marais se soit trouvé mélangé avec un des termes plus élevés de la série gazeuse à laquelle il appartient.

» Les dégagements gazeux des Apennins occupent deux lignes sensiblement parallèles à la crète voisine de la montagne. La plus rapprochée de la cime de la chaîne comprend les gisements de Bocca Suolo, de Barigazzo, de Monte Creto, de Gaggio Montano, de Porretta, de Fosso di bagni et de Pietra mala. La direction de Bocca Suolo à Porretta est ouest 25 degrés nord, et de Porretta à Pietro mala est ouest 11 degrés nord. Tout le long de cette ligne le terrain est formé d'argile scaglieuse, d'alberèse et de macigno et parsemé d'éruptions de serpentine. La nature rocailleuse du sol fait que le gaz s'y dégage sans entraîner de boue argileuse avec lui. C'est la zone des terrains ardents et des fontaines ardentes. L'altitude y est généralement fort élevée; elle dépasse 1 000 mètres à Barigazzo et à Pietra mala, aux deux points extrêmes de la zone, et présente son minimum à Porretta, où elle descend à 375 mètres. Le niveau relativement peu élevé de Porretta explique l'abondance des eaux qu'on y observe, leur minéralisation plus grande et leur température plus élevée que celle des autres sources de la même bande de terrain. Elle explique aussi, dans une certaine mesure, les particularités que présente la composition des gaz de cette localité.

» La seconde ligne, éloignée de la première d'environ 30 kilomètres vers le nord, peut être suivie jusqu'aux environs de Plaisance et peut-être même jusqu'à Voghera. Elle est tout entière située dans les marnes subapennines et toujours à une altitude très-peu élevée au-dessus du niveau de la plaine de la Lombardie. Elle comprend les gisements de Sassuolo, de San-Venanzio, de Salvarola, ceux de San-Martino del Pedriolo, de Sassuno, de Bergullo, de Riolo. La direction prise entre ses deux points principaux, Sassuolo et Sassuno, est ouest 17 degrés nord. La nature éminemment argileuse du sol y est très-favorable à la production des cônes de boue et des salzes; aussi la plupart des gisements que nous venons d'énumérer se présentent-ils sous cet aspect.

» Ainsi la distribution des gaz inflammables des Apennins, les particularités de composition qu'ils présentent, l'aspect physique des bouches qui leur donnent issue sont étroitement liés à l'orographie et à la constitution géologique de la région où on les observe. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Expériences sur les effets des plaies de l'écorce, par incisions annulaires, suivant diverses conditions physiologiques; par* **M. Faivre.** (Extrait par l'Auteur.)

(Commissaires : MM. Decaisne, Duchartre, Naudin.)

« Ce travail a pour but de faire connaître les effets des incisions annulaires pratiquées sur un arbre pourvu de latex, le mûrier, et surtout d'indiquer les modifications que des conditions déterminées peuvent imprimer à la marche ordinaire des phénomènes.

» Chez le mûrier, comme chez les arbres privés de latex, où elles ont été exécutées par les botanistes, les horticulteurs, et même, depuis Buffon, par des industriels, les incisions annulaires entraînent ordinairement les manifestations suivantes : formation, à la lèvre supérieure de la plaie, d'un bourrelet ou tissu réparateur; croissance en diamètre des parties supérieures à la zone d'écorce enlevée; durcissement du bois dans cette région; état stationnaire des parties inférieures, si elles sont dépourvues de feuilles et de bourgeons; dans le cas contraire, pousses vigoureuses sous la lèvre inférieure de la plaie; floraison et fructification plus faciles, plus hâtives, plus abondantes; enfin destruction, après un temps variable, de toutes les parties qui surmontent l'annélation.

» Parmi ces effets, nous avons surtout étudié, au point de vue des circonstances qui les modifient et peuvent les expliquer, la croissance, la formation du bourrelet, la durée des parties au-dessus de l'incision.

» Une première influence modificatrice est celle de l'époque à laquelle l'annélation a été pratiquée. Depuis la chute des feuilles jusqu'à leur renouvellement, les incisions restent sans effets immédiats, le bourrelet et l'accroissement ne se produisent pas; seulement, le bois dénudé s'altère, le végétal souffre et s'affaiblit, s'il ne périt point à la période végétative suivante. Pendant la belle saison, les effets de l'incision se produisent d'autant plus aisément et plus régulièrement que la végétation est plus active. La croissance et la formation du tissu réparateur ont lieu, comme nous l'avons reconnu, à toutes les époques de la saison vegétative, manifestant ainsi la permanence de la circulation durant cette période. Nous n'avons

pas remarqué que l'opération ait offert plus de gravité, si elle a été plus tardivement pratiquée.

» Les effets des incisions diffèrent, selon qu'elles ont été pratiquées sur les tiges ou les racines des mûriers.

» L'annélation faite aux racines entraîne, comme celle qui est pratiquée sur les tiges, la destruction des parties les plus extentriques et la formation de bourrelets; seulement, à la tige, le bourrelet se forme à la base de la partie périphérique, laquelle doit être détruite; à la racine, il se constitue à la base de la partie centrale, qui doit rester vivante; à la racine, c'est la partie centrale par rapport à l'incision qui continue à se développer; à la tige, c'est l'inverse qui a lieu.

» Dans la pratique, on pourrait éviter, soit pour donner de la vigueur aux arbres, soit pour développer en surface des racines trop profondes, la production facile et abondante des nouvelles fibres radicales qui naissent à la lèvre supérieure de la plaie, à la suite des annélations sur la racine.

» L'expérience a, depuis longtemps, fait connaître l'influence des feuilles sur le grossissement des tiges et la formation des bourrelets. Nous avons répété les expériences en opérant sur des tiges et des rameaux dépourvus de feuilles : dans ce cas, tout accroissement a cessé au-dessus de la région opérée; nul bourrelet ne s'y est formé. En est-il de même à l'égard de la racine? Pour le savoir, nous avons fait, le 10 avril de cette année, une annélation de 1 centimètre sur la racine d'un jeune mûrier; nous avons pris soin d'en tenir la tige entièrement dépourvue de feuilles; le 16 juin, nous avons constaté que l'accroissement s'était arrêté à la région incisée de la racine, aucun bourrelet ne s'était formé; à l'intérieur de la tige les couches ligneuses étaient altérées.

» Une expérience antérieure nous avait appris, par de pareils résultats, combien l'ablation des feuilles est liée au développement des racines; ces faits méritent d'être pris en considération par les sériciculteurs, qui effeuillent à diverses reprises et trop complétement leurs mûriers.

» Bien que les feuilles aient une influence manifeste sur la formation des bourrelets, il est des circonstances dans lesquelles ceux-ci peuvent se former en l'absence de feuilles, ou ne point se développer lors même que la branche opérée est couverte de feuilles.

» L'âge des branches incisées, la profondeur, la surface des incisions ont une influence marquée sur les effets de l'opération.

» Toutes choses égales d'ailleurs, on conçoit aisément que plus la sur-

face décortiquée sera considérable, plus seront graves les effets de l'annélation; l'expérience ne nous a point laissé de doutes à cet égard.

» En ce qui regarde la profondeur des incisions annulaires, les effets en sont variables suivant des conditions qu'il importait de déterminer, et qui expliquent des faits en apparence contradictoires. Des branches ligneuses et herbacées de même diamètre, également feuillées et rameuses, survivront inégalement à une semblable ablation des couches périphériques du bois. Plus promptement mortelle chez les branches ligneuses, l'opération n'entraînera que longtemps après la destruction des parties chez les branches herbacées, et il se formera un bourrelet. Des boutures faites dans les mêmes conditions nous ont donné les mêmes résultats; ils s'expliquent par les conditions d'ascension de la séve, différentes suivant l'état et le diamètre de la tige.

» Les incisions profondes se montrent également différentes dans leurs effets, s'il s'agit de deux branches ligneuses, choisies et opérées, autant que possible, dans les mêmes conditions, mais dont l'une offre, au-dessus de l'incision, des feuilles ou des ramifications nombreuses, dont l'autre, au contraire, en est peu pourvue.

» Si la branche est bien feuillée et rameuse, elle survivra peu à l'opération; en quarante-huit heures, ses feuilles pourront même être déjà flétries, s'il s'agit de jeunes branches à faible diamètre : c'est ce que nous ont prouvé diverses expériences.

» Qu'on opère, au contraire, sur les branches peu feuillées ou ramifiées, d'assez fort diamètre, la branche survit pendant plusieurs mois. Les mêmes résultats ont été obtenus à l'égard des incisions simples réalisées dans les circonstances précédentes. Ces incisions simples, ayant, comme à l'ordinaire, un centimètre, ont été compatibles avec le maintien de la vie des parties supérieures, chez plusieurs branches, du 22 mai 1868 jusque vers la fin de l'été de la présente année. Elles ont toujours amené la mort en quelques mois, lorsqu'on les a pratiquées à la base de troncs bien fournis en feuilles et en branches. Ces résultats s'expliquent aisément, lorsqu'on considère la surface des parties à entretenir au-dessus de l'incision et la quantité de séve ascendante dont l'incision peut permettre le passage.

» On voit, par ces données, combien est complexe la question des effets de l'incision annulaire quant à la durée des parties supérieures; pour en comprendre les variations, il faut tenir compte à la fois de la nature, du diamètre, de la disposition des feuilles ou des branches, au-dessus de la partie opérée, l'incision étant pratiquée d'ailleurs de la même manière.

» Les dispositions données aux incisions nous ont servi à l'intelligence d'une opération pratiquée en arboriculture. Pour équilibrer les branches des arbres soumis à la taille, on pratique une demi-incision profonde sur la branche mère, à l'origine et au niveau de la partie supérieure de la branche qu'il s'agit de fortifier, à l'origine et au niveau de la partie inférieure de celle qu'il s'agit d'affaiblir. Au mois de juin 1868, nous avons répété ces opérations sur deux branches choisies, autant que possible, dans les mêmes conditions; de plus, nous avons pratiqué, à la même distance du sommet feuillé de chaque branche, une annélation complète. Nous pensions que, si l'accroissement de la branche à cran supérieur était dû à un accès plus facile de la séve ascendante détournée par la section partielle faite à la branche mère, le bourrelet devrait se former plus aisément au-dessus de l'annélation supérieure, et qu'il serait, au contraire, beaucoup moins développé sur la branche à cran supérieur. L'expérience a justifié nos prévisions. Sur deux branches ainsi opérées, le 11 juin 1868, nous avons pu voir, le 28 juillet, un bourrelet considérable développé à la place ordinaire, sur l'annélation partielle de la branche à demi-incision supérieure; dans l'autre branche, le bourrelet était à peine développé. Ainsi, l'expérience expliquerait les effets de l'opération usitée dans la pratique, par la plus ou moins grande quantité de séve ascendante dirigée sous l'influence des demi-incisions dans les rameaux opérés.

» Quelle est l'influence des enduits appliqués sur les plaies, à la suite des annélations?

» En dehors de la diversité de ses effets, suivant les conditions variables dont il vient d'être question, l'enduit, mastic de greffe par exemple, appliqué sur les plaies immédiatement après l'opération, donne des résultats constants : il aide à la formation du tissu réparateur, retarde la destruction des parties opérées, mais il n'apporte à cette destruction qu'un obstacle momentané.

» Nous avons fait l'expérience sur des boutures de rameaux soumises à l'annélation, les plaies étant comparativement à l'air libre ou recouvertes d'enduit. Toutes les boutures ont été détruites au-dessus de l'annélation, seulement les boutures recouvertes l'ont été plus tardivement que les autres. Sur les arbres, les choses se passent de même; nous avons trouvé, en expérimentant comparativement, que les plaies recouvertes tendent à se cicatriser plus vite, les parties supérieures à se maintenir plus longtemps vivantes. Nous avons essayé plusieurs fois le caoutchouc, et il s'est montré plus efficace que le mastic de greffe pour provoquer la formation du tissu

réparateur ; à ce point de vue, et dans les cas où la plaie d'écorce serait d'une faible étendue, son emploi peut certainement être recommandé. »

SYSTÈME MÉTRIQUE. — *Note sur une mesure de longueur invariable avec les changements de température; par* **M. H. Soleil.**

(Renvoi à la Commission nommée pour toutes les questions relatives au système métrique.)

« J'ai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie une idée qui, je crois, n'a pas encore été proposée, au sujet de l'étalon métrique.

» M. Jacobi a exprimé le désir que les mètres étalons fussent faits d'une substance qui, par sa composition chimique, par sa constitution moléculaire, par son coefficient de dilatation par la chaleur, présentât toutes garanties d'homogénéité.

» Cette substance, que M. Fizeau a étudiée sous le rapport de la dilatation, mais qui ne pourrait être employée qu'en petites longueurs de quelques centimètres, est le *béryl*, dont on a rencontré des échantillons très-purs. On sait, d'après les recherches de M. Fizeau, que le béryl se dilate positivement dans une direction normale à l'axe et qu'il se contracte dans la direction suivant l'axe; il existe donc une direction intermédiaire où la dilatation est nulle. Ce serait dans cette direction que j'émettrais l'idée de faire des étalons, qui auraient toujours la même longueur dans n'importe quel climat.

» A l'Exposition de 1867, M. Froment-Meurice avait, dans sa vitrine, un buste de l'Empereur, d'environ 15 centimètres de hauteur, qui avait été taillé dans un bloc très-pur de béryl; peut-être pourrait-on en retrouver de semblable, et par un travail optique de précision on pourrait exécuter des règles de béryl sans dilatation. »

M. E. Lisle adresse à l'Académie des détails sur le traitement employé par lui dans certains cas d'aliénation mentale, et particulièrement dans la congestion cérébrale et la folie congestive. Il donne de nouveau la preuve que cette médication fournit les résultats les plus remarquables.

(Renvoi à la Commission de Médecine pour les prix Monthyon.)

M. E. Taufer adresse un Mémoire relatif à la cause du choléra et au traitement qu'il conviendrait de lui appliquer.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. Carret adresse, comme complément à ses précédentes Communications sur la question de l'insalubrité du chauffage par les poêles de fonte, une brochure dans laquelle sont résumées toutes ses idées sur cette question.

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel communique à l'Académie le plan adopté dans la septième session du Congrès international de Statistique, tenue à La Haye en 1869, plan qui lui est transmis par *M. Quetelet*.

Parmi les dispositions adoptées par le Congrès, M. le Secrétaire perpétuel signale à l'Académie les suivantes :

1° Les publications de Statistique internationale et comparée seront écrites en langue française;

2° Les poids et mesures seront ceux du *système métrique;*

3° L'unité monétaire sera le franc;

4° Le point de départ des comparaisons (en ce qui concerne le temps) ne sera pas, s'il est possible, antérieur à l'époque de la création du Congrès de Statistique, c'est-à-dire à l'année 1853. On pourrait cependant, au besoin, remonter jusqu'à l'année 1850; etc.

M. le Secrétaire perpétuel signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance : 1° une « Histoire de l'Isthme de Suez », par *M. O. Ritt;* 2° des « Leçons sur la physiologie de la respiration », par *M. Bert*; 3° un ouvrage de *M. Rézard de Wouves* ayant pour titre : « Du choléra; signe certain pour le reconnaître; sa non-contagion; sa guérison ».

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observations sur la constitution et le mouvement des glaciers.* Note de **MM. Ch. Grad** et **A. Dupré**, présentée par M. Le Verrier (1).

« Grâce aux beaux travaux de David Brewster, continués plus récemment par M. Bertin, on sait que la glace d'eau ordinaire est cristalline et se compose de cristaux à un axe perpendiculaire à la surface de congélation. A première vue, la glace des glaciers diffère notablement de la glace d'eau. Sillonnée de fissures qui la traversent en tous sens, elle se laisse imbiber

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait reproduite en entier au *Compte rendu*.

facilement et se décompose, sous l'influence de la chaleur, en grains irréguliers plus ou moins gros, selon la longueur du glacier. La glace d'eau, au contraire, est compacte, se refuse à l'infiltration et fond sans se diviser en grains. Entre les deux espèces de glace, la perméabilité sert de caractère distinctif. Cependant M. Bertin, en examinant à la lumière polarisée la structure de la glace des glaciers du Grindelwald, a reconnu qu'elle présente à l'extrémité du glacier inférieur de cette vallée à peu près les mêmes caractères que la glace d'eau, fournissant, dans la lumière convergente, des anneaux colorés pour les lames horizontales, et deux groupes d'hyperboles conjuguées équilatères pour les lames verticales divisées en deux parties croisées. Ces faits semblent indiquer que « le glacier se développe en tendant » sans cesse vers un état limite, celui où toutes les molécules constituantes » sont orientées comme dans la glace d'eau. » Seulement avant de formuler une conclusion définitive, il importait de reprendre les expériences de M. Bertin sur d'autres points et une plus grande échelle : tâche que nous avons essayé de remplir, avec le concours de l'Association Scientifique, au Grindelwald d'abord, puis surtout sur les glaciers d'Aletsch et de la vallée du Rhône.

» Le glacier d'Aletsch est le plus considérable des Alpes. Formé sur le flanc de la Jungfrau, vers 4000 mètres au-dessus du niveau de la mer, il va finir à une altitude de 1350 mètres, à son extrémité inférieure, au débouché de la Massa. Sa longueur, mesurée en ligne droite, est de 30 kilomètres sur plus de 2 kilomètres de largeur moyenne et avec une surface de 11 000 hectares.

» Trois branches principales concourent à sa formation, et il reçoit en outre sur sa rive droite deux grands affluents : le glacier de Mittelaletsch et celui d'Oberaletsch. Le glacier de Mittelaletsch naît sur les flancs de l'Aletschhorn, qui a 4022 mètres d'altitude et débouche à une hauteur de 2230 mètres dans le glacier principal. Celui d'Oberlaletsch, issu de l'union de deux branches, dont l'une vient également du pic d'Aletsch, se partage vers le bas en deux coulées, dont une seule, la plus rapprochée du nord, rejoint le grand glacier à 1895 mètres au-dessus du niveau de la mer. Sur la rive gauche, aucun affluent important ne se présente; mais le glacier y touche, au pied de l'Eggischhorn, le petit lac de Mörjelen, qu'il alimente et dont les eaux s'écoulent sous le glacier de Viesch, dans une vallée voisine. En somme, le grand glacier d'Aletsch doit son extension au vaste développement de ses champs de névé supérieurs, où des quantités de neige énormes s'accumulent. M. Élie de Beaumont estime à 3 degrés la pente de ces névés. Après la jonction des branches primitives jusqu'à l'extrémité

inférieure du glacier, cette pente s'accroît et dépasse en moyenne 6 degrés, tantôt plus forte, tantôt plus faible, selon l'inclinaison du fond.

» Dans la région supérieure, près de la limite des névés, la glace du glacier renferme des bulles d'air en quantité extrême et paraît blanche, poreuse, friable. La rupture des bulles produit près de la surface des fissures innombrables qui la rendent incohérente. Ces fissures superficielles sont beaucoup plus abondantes que les fissures capillaires intérieures qui servent à l'infiltration; mais elles diminuent à mesure qu'on descend le glacier. En même temps aussi, les bulles d'air deviennent moins nombreuses, la glace plus compacte et ses grains plus gros. Les grains sont anguleux, de forme irrégulière, entourés par le réseau de fissures; leur volume augmente depuis la grosseur du blé jusqu'à celui d'une noix commune. Quant aux fissures, elles servent de canaux par où s'infiltrent les eaux superficielles, et ne manquent jamais, même dans la glace la plus compacte, où elles se montrent sitôt que cette glace est exposée au soleil. La glace est transparente et bleue tant que les fissures sont remplies d'eau; celles-ci viennent-elles à se vider, elle devient blanche et opaque. Les bulles d'air se trouvent encore en assez grand nombre en face du lac de Mörjelen; mais elles s'aplatissent et disparaissent successivement pendant la marche du glacier, à tel point que la glace est à peu près homogène à partir du confluent d'Oberaletsch jusqu'à l'extrémité. Faisons cependant remarquer que l'accroissement des grains et la disparition des bulles d'air s'observent plutôt sur la rive gauche que sur la rive droite, et cela à cause de la jonction des petits affluents d'Oberaletsch et de Mittelaletsch dont la transformation est moins avancée.

» Nous n'insisterons pas ici sur le détail de nos expériences sur la polarisation et l'infiltration. L'infiltration des liquides colorés s'est faite avec facilité dans toutes les parties du glacier; mais le matin il a fallu attendre que les parties superficielles fussent échauffées pour que la circulation s'accomplisse. La vitesse d'écoulement augmentait d'aval en amont, d'autant plus rapide que les grains du glacier étaient moins gros et les fissures plus rapprochées. Les liquides composés de dissolutions de sulfate d'indigo et de violet d'aniline ne pénétraient pas à l'intérieur des bulles d'air, ni dans celui des grains. Pour observer la structure de la glace, nous avons employé, comme M. Bertin, dans les expériences décrites dans les *Comptes rendus* (20 août 1866, p. 350), le microscope polarisant de Norremberg, modifié pour en faciliter le transport et l'emploi en campagne. Nous avons fait un très-grand nombre d'observations sur toute l'étendue du glacier principal

et des affluents. Comme la glace est altérée à la surface, il a fallu tailler les lames pour le microscope dans des blocs pris à une certaine profondeur soit dans les crevasses, soit sous les moraines et les cônes graveleux. Tout d'abord, nous avons examiné la glace prise à la surface des baignoires. Dans la lumière parallèle, ces lames, composées de glace d'eau, ne produisaient aucun effet; mais, si on les exposait ensuite à la lumière convergente, elles donnaient de beaux anneaux colorés traversés par une croix noire. La faible épaisseur de la glace des baignoires n'a pas permis d'y tailler des lames verticales; mais l'examen des lames horizontales suffit pour montrer qu'elle est de composition homogène, formée de cristaux groupés régulièrement avec l'axe perpendiculaire à la surface de congélation. Cela étant connu, nous avons commencé l'examen de la glace glacière. La glace bulleuse des régions supérieures donna dans la lumière parallèle des mosaïques colorées, preuve qu'elle est formée de cristaux transparents irrégulièrement groupés. Dans la lumière convergente, ces lames ont toutes produit des franges irrégulières, et il n'a pas été possible d'y découvrir des anneaux. Plus bas, en face du lac de Mörjelen, les lames exposées à la lumière convergente montrèrent des franges disposées en tous sens et quelquefois des anneaux. Ces anneaux cependant n'apparaissaient pas dans toutes les lames; ils n'occupaient pas dans les blocs de position régulière, de manière qu'on ne pouvait pas savoir si, en taillant les lames dans telle ou telle direction, elles fourniraient des anneaux. Enfin, en aval du lac de Mörjelen jusqu'à l'extrémité du glacier, et surtout dans l'intervalle du confluent d'Oberaletsch à l'extrémité, les lames donnèrent des anneaux constants dans la lumière convergente, ainsi que des hyperboles conjuguées équilatères pour celles taillées dans une direction perpendiculaire aux premières. Par conséquent les cristaux de la glace glacière sont groupés régulièrement dans cette région et les molécules constituantes orientées comme dans la glace d'eau. Les résultats ont été les mêmes aux glaciers du Rhône, de l'Unternaad et du Grindelwald. Au Grindelwald, les lames avec anneaux étaient rigoureusement horizontales; mais, à l'extrémité du glacier d'Aletsch, il a fallu tailler ces mêmes lames dans une direction légèrement inclinée, sans doute à cause de l'inclinaison brusque du lit du glacier, qui est aussi très-resserré en ce point. En résumé, la partie supérieure de tous les glaciers observés donnait seulement de la glace bulleuse, sans anneaux constants, sans orientation régulière; mais anneaux et hyperboles apparaissaient toujours dans les lames du même groupe exposées à la lumière convergente quand ces lames provenaient de l'extrémité des grands glaciers, tandis que, dans la lumière parallèle, les éléments constituants des lames augmentèrent régu-

lièrement depuis la dimension d'une lentille dans les régions hautes jusqu'à celle d'une pièce d'un franc dans les régions basses. Le microscope polarisant, d'accord avec l'observation directe, indique un accroissement régulier des grains pendant la marche du glacier par suite de transformations tendant à rendre la structure de la glace glacière semblable à celle de la glace d'eau.

» Pendant notre séjour au glacier d'Aletsch, nous avons égalcment mesuré la vitesse du mouvement du glacier au moyen de trois lignes de piquets plantés en travers, et dont le déplacement, par rapport à des points fixes, était observé avec le théodolite. La première ligne de piquets a été plantée à une lieue en amont sur le lac de Mörjelen, la seconde au bas du confluent de Mittelaletsch, la troisième en avant du confluent d'Oberaletsch. En même temps, nous avons mesuré la hauteur de l'ablation, en ces différents points, au moyen de marques faites sur les piquets au niveau de la glace. Voici les résultats obtenus :

PIQUETS.	DISTANCE de la station.	DÉPLACEMENT			ABLATION	
		total.	par jour.	par heure.	totale.	par jour.
En amont du lac de Mörjelen, du 17 août au 1er septembre.						
I.	758m,4	4770mm	318mm	13mm	258mm	29mm
II.	834,8	6454	411	17	262	30
III.	926,5	6668	446	19	275	31
IV.	1344,3	7575	505	21	304	34
V.	1485,7	6432	429	18	318	35
VI.	1674,9	4723	315	13	302	33
En face du confluent de Mittelaletsch, du 20 août au 1er septembre.						
I.	404m,9	3370mm	316mm	13mm	855mm	78mm
II.	551,1	3636	330	14	522	48
III.	723,6	4318	392	16	326	30
IV.	935,2	3489	317	13	465	42
V.	1329,3	1256	114	5	588	53
En aval du confluent d'Oberaletsch, du 25 août au 2 septembre.						
I.	321m,8	2117mm	264mm	11mm	525mm	66mm
II.	487,7	1997	248	11	212	24
III.	660,5	1662	207	8	584	73

» Ces observations montrent que tous les points du glacier ne se meuvent pas avec une égale vitesse. En comparant les résultats de nos expériences à ceux de MM. Agassiz, Martins et Dollfus-Ausset, nous trouvons que le mouvement des glaciers est continu, mais inégal, et s'accroît ou se ralentit en raison de la déclivité du terrain, toujours en proportion de l'épaisseur de la masse. Comme dans un courant d'eau, la vitesse s'accroît du fond vers la surface où le lieu des points du mouvement maximum correspond à la ligne de plus grande pente, qui est aussi celle de la plus grande épaisseur du glacier, déviant à droite, à gauche du milieu du bassin, mais toujours plus rapprochée du côté convexe. Enfin M. Tyndall a reconnu, à la mer de glace de Chamounix, que le mouvement est beaucoup plus rapide en été qu'en hiver. D'un autre côté, le mouvement se trouve en rapport plus ou moins direct avec l'ablation, ou la fusion des glaces superficielles qui dépend de la température. Au mois d'août, par un temps serein, la fusion commençait, entre 7 et 8 heures du matin, avec une température de l'air de 1 à 2 degrés centigrades. L'ablation augmente d'amont en aval et elle est plus active sur les bords exposés au rayonnement de la chaleur réfléchie par les parois polies de la rive. Quand le glacier se trouve couvert de neige, elle est nulle et elle diminue beaucoup sur les parties recouvertes par les moraines : ce qui ressort d'une manière frappante sur les piquets de la troisième ligne, au bas du confluent d'Oberaletsch. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la chaleur réfléchie par la Lune;* Note de **M. J.-B. Baille**, présentée par M. Le Verrier.

« Dans des mesures faites au laboratoire de l'École Polytechnique, pendant la pleine lune des mois de juin, juillet et août 1869, j'ai pu constater une action calorifique sensible dans la radiation lunaire.

» Je me servais d'une pile thermo-électrique carrée, munie de son cône, placée au foyer d'un miroir concave de 39 centimètres d'ouverture, et reliée à un galvanomètre à réflexion très-sensible, construit sur le modèle de ceux de sir W. Thompson. L'impulsion initiale était lue sur une échelle divisée en millimètres et placée à environ 1 mètre de l'aiguille.

» On peut s'assurer immédiatement que la sensibilité de l'appareil dépend en très-grande partie du galvanomètre et surtout de l'astaticité de l'aiguille aimantée. Celle-ci, lorsqu'elle était libre, faisait trois ou quatre oscillations par seconde, et lorsqu'elle était rendue astatique par l'approche d'un aimant indépendant, elle mettait cinq à six secondes pour faire une seule

oscillation : c'était là le point délicat du réglage. Ainsi, dans ces conditions, en plaçant la main à plus de 1 mètre de la pile, on arrivait à produire une déviation de 1 centimètre environ.

» Avec cet appareil, j'ai obtenu, dans le sens de l'échauffement, une déviation variant constamment entre 1 et 2 millimètres, lorsque les rayons de la Lune étaient concentrés sur la pile. Je me suis assuré, par des expériences multipliées, que la déviation obtenue était bien due à la radiation de la Lune, et qu'en formant le foyer des rayons à côté de la pile, l'aiguille revenait à son point de départ.

» Pour apprécier cette chaleur, j'ai pris un cube d'eau bouillante, à face noire, de $6^c,5$ de côté. Placé à $0^m,50$ de la pile, ce cube donnait une déviation de 195 millimètres; à 1 mètre, la déviation était de 50 millimètres, ce qui satisfait à très-peu près à la loi de l'inverse du carré des distances. En tenant compte de la surface rayonnante, on trouve qu'il faudrait placer le cube entre 34 et 35 mètres pour avoir une déviation de $1^{mm},5$.

» Donc la pleine lune, à Paris, pendant les mois d'été, envoie autant de chaleur qu'une surface noire, égale, maintenue à 100 degrés C., et placée à peu près à 35 mètres de distance. Il est difficile d'apprécier avec quelque sureté, au moyen de mon appareil, la valeur de cette chaleur en degrés thermométriques.

» Ces mesures confirment les résultats de M. Piazzi Smyth, de lord Rosse et ceux que M. Marié-Davy a indiqués dans son dernier travail. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelle synthèse de la guanidine.* Note de **M. G. Bouchardat**, présentée par M. Bussy.

« On sait que le gaz ammoniac réagit avec vivacité sur le gaz chloroxycarbonique dans le rapport de 4 volumes du premier pour 1 du second. M. Natanson a établi la formation dans cette réaction du chlorhydrate d'ammoniaque et de l'urée

$$C^2O^2Cl^2 + 4AzH^3 = C^2H^4Az^2O^2 + 2(AzH^3HCl),$$

c'est-à-dire du carbamide normal

$$C^2H^4Az^2O^2 = C^2H^2O^6 + 2AzH^3 - 2H^2O^2.$$

» En répétant cette élégante expérience, j'ai vérifié la production de l'urée, mais j'ai reconnu en même temps celle de divers amides de l'acide carbonique et notamment de la guanidine

$$C^2H^5Az^3 = C^2H^2O^6 + 3AzH^3 - 3H^2O^2.$$

» Dans ce corps, le rapport entre l'acide carbonique et l'ammoniaque est moindre que dans l'urée; aussi sa formation est-elle complémentaire avec celle de carbonate d'ammoniaque et d'autres amides carboniques plus condensés, tels que l'acide cyanique $C^6H^3Az^3O^6$, ou plutôt son sel ammoniacal et l'acide mélanurique $C^6H^4Az^4O^4$, lequel représente le premier amide de l'acide cyanurique, et je pense qu'une étude approfondie ferait découvrir le cyanamide et la plupart des autres amides carboniques.

» J'ai fait réagir l'ammoniaque sur environ 150 litres de gaz chloroxycarbonique; le mélange salin provenant de cette action a été épuisé par l'alcool, puis par l'eau froide. J'ai obtenu une matière insoluble (acide mélanurique et cyanurique) et deux solutions qui renferment l'urée et la guanidine.

» 1° *Guanidine.* — La liqueur aqueuse saturée exactement et évaporée a déposé successivement du chlorhydrate d'ammoniaque mélangé d'un peu d'acide cyanurique; les dernières portions ont été réunies au produit soluble dans l'alcool. Ce produit, saturé exactement, a été purifié deux fois par l'alcool absolu, qui a dissous l'urée et le chlorhydrate de guanidine. On a transformé celui-ci en sulfate en faisant digérer la solution avec du sulfate d'argent. On a évaporé, puis repris par l'alcool; la partie non dissoute, contenant du sulfate de guanidine et un peu de sulfate d'ammoniaque, a été traitée par un léger excès d'eau de baryte; on a porté à l'ébullition, puis on a fait passer un courant d'acide carbonique. La liqueur filtrée a été évaporée pour chasser les dernières traces de carbonate d'ammoniaque; le résidu a été traité de nouveau de la même manière. La solution de carbonate de guanidine a été exactement saturée par l'acide sulfurique; puis, quand la solution a été suffisamment concentrée, on y a ajouté de l'alcool concentré; il s'est déposé une certaine quantité de sulfate de guanidine qui a pris la forme cristalline : ce corps a fourni à l'analyse des nombres sensiblement concordants avec la formule

$$S^2O^6 2(C^2H^5Az^3)H^2O^2.$$

» 2° *Urée.* — Cette substance s'obtient par l'évaporation des liqueurs précédentes séparées du sulfate de guanidine. Je n'y insiste pas.

» 3° *Acide mélanurique.* — Le produit insoluble dans l'eau froide constitue une masse blanchâtre. On la purifie en la dissolvant à chaud dans une grande masse d'eau; par le refroidissement, il se sépare de fines aiguilles qui se réunissent sous forme de flocons blancs. Ce corps, soluble dans la potasse étendue, dans les acides nitrique et chlorhydrique, présente les ca-

ractères de l'acide mélanurique $C^6H^4Az^4O^4$, et l'analyse donne des nombres concordants avec la formule.

» 4° *Acide cyanurique.* — Les eaux mères de l'acide mélanurique évaporées donnent encore une certaine quantité d'acide mélanurique, puis ensuite il se dépose de petits cristaux d'une autre substance, qui, après purification, présente la composition de l'acide cyanurique et ses principales réactions; précipité violet dans une solution de sulfate de cuivre ammoniacal. »

TÉRATOLOGIE. — *Sur l'arrêt de développement considéré comme la cause prochaine de la plupart des monstruosités simples.* Note de **M. C. Dareste**, présentée par M. Milne Edwards.

« J'ai montré, dans une Communication récente, comment on peut comprendre la formation des types tératologiques et leur apparition tantôt dans toutes les classes de l'embranchement des animaux vertébrés et tantôt seulement dans certaines de ces classes. J'ai montré comment l'explication de ces faits se trouve dans l'unité de type pour tous les animaux vertébrés, type que nous rencontrons réalisé dans les premiers temps de l'évolution embryonnaire, et comment les types tératologiques spéciaux se rattachent aux diversités d'évolution qui se manifestent à un certain moment.

» Aujourd'hui je me propose de montrer comment les déviations du type primitif dépendent, dans le plus grand nombre des cas, d'une même cause prochaine, l'arrêt de développement. Ici comme dans ma précédente Communication, c'est aux travaux des deux Geoffroy Saint-Hilaire que je dois me rattacher; car ce sont ces deux savants qui ont, là comme pour la notion du type, découvert les faits fondamentaux et véritablement ouvert la carrière. Si j'ai pu aller plus loin qu'eux, et si même, sur certains points, je m'écarte un peu de leurs opinions, cela tient uniquement à ce que mes études, portant sur des monstres en voie de formation, m'ont fourni, pour la discussion de cette question, des éléments qui leur ont fait complétement défaut.

» Déjà Meckel, au commencement de ce siècle, avait signalé les remarquables analogies qui existent, entre certaines anomalies et certains états embryonnaires. Mais, entravé par la doctrine de la préexistence des germes et de la monstruosité originelle, il n'avait pu élever ces faits à la hauteur d'une théorie. Étienne Geoffroy Saint-Hilaire, qui fut pendant toute sa vie l'adversaire de la doctrine des germes primitivement monstrueux, créa en réalité la théorie des arrêts, ou, comme il le disait d'abord, des *retardements*

de développement, en montrant que, dans beaucoup d'anomalies et de monstruosités simples, certains organes et même certaines régions du corps conservent plus ou moins complétement les conditions anatomiques qu'elles possédaient à certaines périodes de la vie embryonnaire. Toutefois la théorie des arrêts de développement, telle qu'elle a été conçue par Étienne Geoffroy Saint-Hilaire, puis développée par son fils, a donné prise à un certain nombre d'objections et n'a pas encore été généralement adoptée. Je me propose ici, d'abord, de répondre à ces objections, puis de montrer comment l'arrêt de développement est, en réalité, le fait initial de presque toutes les anomalies simples.

» On entend par *arrêt de développement* la permanence d'un état embryonnaire qui, dans l'évolution normale, n'est que transitoire. Or, quand on étudie l'histoire des anomalies, on voit que cela peut se faire de trois manières bien différentes et qu'il importe de bien définir. Ainsi l'arrêt de développement peut consister : 1° dans le défaut de formation d'un organe; 2° dans le maintien, pour un organe, de conditions embryonnaires; 3° dans la permanence d'un organe qui n'est que transitoire pendant la vie embryonnaire.

» Le troisième de ces cas, et même, à certains égards, le premier, ne présentent aucune difficulté d'interprétation, et, par conséquent, sont acceptés par tous les physiologistes comme des arrêts de développement. On admet, sans contestation, que la persistance du canal artériel ou de l'ouraque, que l'absence de la tête et souvent d'une grande partie du tronc chez les monstres acéphales, sont des arrêts de développement qui consistent, les uns dans le défaut de formation de certaines parties, et les autres dans la permanence d'organes temporaires. Mais il est plus difficile de concevoir la persistance de certaines conditions embryonnaires pour un organe ; car il n'y a pas d'organe monstrueux qui réalise exactement des conditions purement embryonnaires. Aussi, est-ce dans ce cas que la théorie des arrêts de développement a soulevé de très-sérieuses objections. Mais ces objections ne sont qu'apparentes, et elles tiennent uniquement à ce que l'on a cru, pendant longtemps, que l'arrêt de développement pouvait exercer son influence sur des organes tout formés et pourvus de leurs éléments histologiques définitifs. Nous savons aujourd'hui que, pendant les premières périodes de la vie embryonnaire, l'organisation consiste entièrement en un blastème homogène, dont les propriétés sont bien différentes de celles des éléments histologiques des organes définitifs, et rappellent, à beaucoup d'égards, celles des tissus végétaux. Pendant cette période, la

forme générale du corps et la forme générale de chaque organe se constituent peu à peu, en passant par une série d'ébauches successives. Alors il y aura arrêt de développement, si telle ou telle partie du corps se fixe dans une de ces formes transitoires. Et c'est postérieurement à cet arrêt de développement que se produisent les éléments définitifs des tissus, et que, par conséquent, les organes frappés d'anomalie apparaissent d'emblée avec tous les caractères qui les distinguent des organes normaux. En d'autres termes, l'arrêt de développement ne porte pas sur les organes eux-mêmes, mais sur les blastèmes au sein desquels les organes doivent se former.

» C'est ainsi, par exemple, que les différentes formes des *Spina bifida* ou de la fissure spinale consistent essentiellement dans le maintien total ou partiel de la gouttière primitive, telle qu'elle existe avant la formation des os, des cartilages et des muscles, qui formeront plus tard la partie supérieure du canal vertébral. C'est ainsi également que la cyclopie résulte d'un arrêt de développement, bien que, à aucune époque de la vie embryonnaire, il n'y ait de soudure des yeux sur la ligne médiane. Mais il y a une époque de la vie embryonnaire où les blastèmes dans lesquels se formeront les yeux sont juxtaposés : s'il arrive que la vésicule cérébrale antérieure vienne, à un certain moment, s'interposer entre ces blastèmes, les yeux, au moment de leur formation, pourront se fondre ensemble dans une étendue plus ou moins grande, et donner ainsi naissance à un œil unique.

» Maintenant, si beaucoup de monstruosités s'expliquent ainsi par la permanence locale d'un état antérieur, il en est d'autres qui paraissent, au premier abord, se soustraire entièrement à cette loi. Telles sont la plupart des anomalies qui consistent dans le déplacement des organes ou dans leur union anormale. Mais cette exception n'existe qu'en apparence. En effet, l'un des résultats les plus remarquables de mes études tératologiques a consisté précisément dans la constatation de ce fait : que les anomalies dépendent d'arrêts de développement portant, non pas sur l'embryon lui-même, mais sur ses annexes. J'ai pu réaliser ainsi une prévision d'Isidore Geoffroy Saint-Hilaire, lorsque, dans son *Traité de Tératologie*, il émettait le vœu suivant : « Quand donc comprendra-t-on que, s'il peut être bon de » décrire minutieusement les mesures précises d'un être anormal, il serait » cent fois plus utile de faire connaître avec exactitude ses connexions avec » les membranes de l'œuf ? »

» C'est ainsi que les arrêts de développement de l'amnios, qu'ils soient

généraux ou partiels, déterminent des anomalies embryonnaires par les pressions qu'elles exercent sur certaines parties du corps de l'embryon, et ces anomalies embryonnaires sont elles-mêmes très-diverses, puisqu'elles consistent tantôt en des arrêts de développement (cyclopie, ectromélie), tantôt en des déplacements (exencéphalie, célosomie, hernie ombilicale de la tête, pieds-bots), tantôt en des déplacements et des soudures (symélies). C'est également ainsi que les arrêts de développement de l'aire vasculaire et la canalisation incomplète des îles de Wolf déterminent l'anémie, puis l'hydropisie des vésicules cérébrales, et produisent consécutivement les différents arrêts de développement qui constituent l'exencéphalie.

» Dans une Communication prochaine, je ferai l'application de ces principes à chacune des anomalies simples en particulier. Pour le moment, je me contente de signaler la très-grande généralité du fait de l'arrêt de développement comme point de départ de *presque toutes* les anomalies simples : presque toutes, dis-je, car il y en a quelques-unes, en très-petit nombre il est vrai, qui ne peuvent s'expliquer ainsi. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE — *Note sur l'hydrate de chloral; par* **M. Bouchut.** (Extrait par l'Auteur.)

« J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie le résultat de recherches cliniques sur les effets de l'hydrate de chloral, recherches qui confirment les affirmations de M. Liebreich, en y ajoutant quelques aperçus nouveaux.

» Si les opinions qui se sont produites à l'occasion des effets de ce remède ont été si contradictoires, c'est que les expériences ont été faites avec du chloral impur : les différences dans les appréciations dépendent uniquement de différences dans le produit employé. Avec de l'hydrate de chloral pur, les résultats sont rapides, évidents et énergiques. Ce sont ceux de l'hypnotisme le plus tranquille, et d'une insensibilité quelquefois absolue.

» Le chloral ne doit jamais être employé à l'état liquide. Il faut le prendre à l'état solide *hydraté* ou *hydrate de chloral*, pour le faire dissoudre dans le véhicule convenable. En le prenant en cristaux aiguillés ou en masse neigeuse, il y a toute probabilité qu'il est acceptable ; mais si l'on veut s'assurer de sa pureté, il faut l'essayer avec une solution concentrée de potasse comme réactif. Si le chloral hydraté est pur, il colore à peine en jaune clair la solution potassique, en dégageant une franche odeur de chloroforme, et ce liquide devrait même rester incolore. S'il colore en brun, en dégageant des vapeurs de chloroforme mêlées à des vapeurs chloro-

acétiques, il est impur. J'en dirai autant s'il dégage des gaz irritants, d'odeur âcre et désagréable. C'est cependant ce que j'ai observé dans le laboratoire de M. Grassi, sur différents échantillons de chloral achetés dans des maisons importantes de Paris.

» A quelles doses, chez l'homme, doit-on employer l'hydrate de chloral pour en obtenir de bons effets et à quelles doses devient-il dangereux? Administré dans l'estomac (et non par injections sous-cutanées qui produisent, comme je l'ai vu, d'effroyables escarres), chez les enfants de quatre ans, à 1 gramme, il produit le sommeil et l'anesthésie. Au-dessus de cinq ans et jusqu'à quinze ans, il faut donner 2 grammes et 3 grammes; mais, à cette dose, le sommeil est si profond et l'insensibilité quelquefois si absolue, qu'il y aurait danger à la dépasser. On ne doit pas pouvoir terrasser ainsi le système nerveux, sensitif et moteur, sans être sur la limite d'accidents graves, peut-être irrémédiables, et il faut éviter des malheurs qui, outre la responsabilité qu'ils entraînent, auraient encore pour résultat de discréditer un agent thérapeutique de premier ordre.

» Chez l'adulte, on peut aller à 4 grammes, 5 peut-être, comme on l'a fait, si le chloral n'est pas trop pur, mais c'est là où il faut s'arrêter. J'ai employé la substance près de soixante fois, chez différents malades, et huit à dix jours de suite chez le même malade, et, en y mettant toute la prudence convenable, je n'ai jamais eu d'accident à regretter. Je crois qu'il ne s'en produira jamais si l'on ne dépasse point les doses que je viens de fixer, doses très-suffisantes pour avoir l'anesthésie que le médecin a si souvent besoin de produire et qui ne saurait détrôner l'anesthésie chloroformique, si nécessaire au chirurgien......

» *Conclusions.* — Le chloral hydraté, ou hydrate de chloral, est un puissant sédatif du système nerveux, moteur et sensitif.

» Si l'hydrate de chloral n'est pas cristallisé et bien pur, de façon à dégager sous l'influence de la potasse des vapeurs de chloroforme sans que le liquide se colore, il est infidèle et peut être très-dangereux.

» L'hydrate de chloral ne doit pas être donné à une dose qui dépasse 5 grammes chez l'adulte, et, chez les enfants, il faut commencer par 1 ou 2 grammes. On peut l'administrer par la bouche, ou en lavements qui produisent les mêmes effets que l'emploi dans l'estomac. Il est dangereux chez l'homme d'administrer l'hydrate de chloral par injections sous-cutanées. La tension artérielle augmente sous l'influence du sommeil de l'hydrate de chloral, en même temps que se produit un peu de fréquence du pouls, et elle diminue après le réveil.

» L'absorption du chloral par le rectum se fait plus rapidement que par l'estomac.

» Les urines du sommeil provoqué par le chloral sont neutres, et, bouillies avec la liqueur de Fehling, elles n'en réduisent pas les sels de cuivre; mais vingt-quatre heures après le réveil, lorsqu'elles renferment du chloral, elles sont plus denses, opèrent la réduction des sels de cuivre, et l'on pourrait croire à une glycosurie passagère qui n'existe pas.

» L'action du chloral est celle du chloroforme; mais elle est plus longue à se produire, et elle dure beaucoup plus longtemps. C'est, chez quelques malades, une agitation musculaire et morale qui ressemble à l'ivresse alcoolique, mais elle n'a rien de dégoûtant, ni de désagréable. Chez presque tous, c'est un sommeil rarement accompagné d'hypéresthésie, et, dans la grande majorité des cas, remarquable par une anesthésie très-prononcée. L'anesthésie est en rapport avec la dose employée, et à la dose de 2 à 5 grammes, selon les âges, elle est complète et permet d'appliquer sans douleur les cautères à la pâte de Vienne, ou même de faire l'extraction des dents.

» Comme thérapeutique, le chloral hydraté est le sédatif des violentes douleurs de goutte, des atroces souffrances de la colique néphrétique ou de la carie dentaire; c'est, en un mot, le premier des anesthésiques administrés par l'estomac.

» Enfin, c'est le remède le plus prompt et le plus efficace à employer dans la chorée intense, lorsque l'on veut faire cesser rapidement une agitation qui, par elle-même, menace les jours du malade. »

« **M. Bussy**, après la communication du travail de M. le Dr Bouchut touchant l'action physiologique du chloral, annonce à l'Académie que M. Personne s'occupe en ce moment de recherches sur le même sujet. Entre autres résultats remarquables, il a reconnu que le chloral, administré à des chiens, se transforme partiellement en chloroforme, sous l'influence de l'alcalinité du sang, et qu'on peut, après l'administration du chloral *pur*, démontrer, par les réactions chimiques, la présence du chloroforme dans le sang et dans d'autres liquides de l'économie.

» Le travail complet de M. Personne sera présenté dans une prochaine séance. »

« **M. Dumas** fait observer que M. Personne arrive ainsi aux mêmes conclusions que M. Liebreich.

» Il est intéressant de remarquer, ajoute-t-il, que le chloral fait partie de ces corps nombreux découverts depuis trente ou quarante ans par les chimistes qui se sont voués à l'étude de la chimie organique. M. Dumas a manié le chloral pendant bien longtemps, et bien souvent, soit à l'époque où il a été assez heureux pour fixer sa formule, soit depuis, à diverses reprises, sans que rien lui fît soupçonner les propriétés physiologiques et thérapeutiques qu'on vient de constater dans cette substance. M. Liebig et beaucoup d'autres chimistes ont été dans le même cas.

» Ainsi, deux substances voisines, le chloroforme et le chloral, qui, à l'époque de leur découverte, ont été l'occasion de très-sérieuses études, dans le pur intérêt de la science abstraite et des théories chimiques, ont pris place, depuis, parmi les plus précieux agents de la thérapeutique : le chloroforme pour la chirurgie, le chloral pour la médecine.

» Combien d'autres composés, sans doute, sont dans le même cas! Quel champ vaste et inexploré s'ouvre aux recherches des jeunes médecins! Au lieu de chercher uniquement, comme les anciens, des remèdes préparés par la nature elle-même dans les plantes, dans les simples, n'ont-ils pas sous la main cette foule de substances artificielles nouvelles que la chimie organique met à leur disposition, et l'exemple du chloroforme et celui du chloral ne montrent-ils pas clairement combien cette étude serait fructueuse pour les progrès de l'art de guérir? »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Sur les récents tremblements de terre et sur une nouvelle apparition de la fièvre jaune au Pérou.* Extrait d'un Rapport de **M. Gauldrée Boilleau** à M. le Ministre des Affaires étrangères.

« De nouveaux tremblements de terre viennent d'être signalés sur la côte méridionale du Pérou : à Iquique, le 15 août, entre 4 et 5 heures du matin; à Tacna et à Arica, dans la nuit du 20 au 21, entre $10^h\,30^m$ du soir et 1 heure du matin.

» Les secousses ressenties à Tacna et à Arica ont été très-fortes. La première, d'après ce que m'écrit M. Charpentier, aurait duré près d'une minute et aurait été caractérisée par une sorte de mouvement ondulatoire, dirigé de l'est à l'ouest; elle aurait, de plus, été accompagnée de bruits et de grondements souterrains. Ces phénomènes ont produit une panique, fort explicable du reste, pour qui se rappelle les désastres du 13 août 1868. Les maisons ont été abandonnées, et beaucoup de personnes se sont, dans la crainte d'une nouvelle catastrophe, établies sous des tentes.

» Il paraît aussi que la fièvre jaune a reparu sur la côte méridionale du Pérou ; on en signale des cas à Pisagna et à Mejillones. Une impression assez accréditée dans le peuple, c'est que l'épidémie qui a récemment désolé le littoral de la République et pénétré même fort avant dans l'intérieur provenait en partie des modifications qu'aurait subies la composition de l'atmosphère, à la suite de dégagements de gaz dus aux derniers mouvements du sol.

» Comme la fièvre jaune a éclaté au Pérou, en février 1868, plus de six mois avant le grand tremblement de terre, dont les déplorables effets sont encore présents à tous les esprits, je me refuse à croire que l'épidémie ait sa cause dans les fractures qu'aurait subies la croûte terrestre. L'état sanitaire du littoral du Pérou a éprouvé, à la vérité, de notables changements depuis une quinzaine d'années, dus à l'immense émigration des Chinois et d'autres peuples d'outre-mer.

« En effet, depuis 1851, la terrible fièvre jaune, et le vomito-negro sévissent sur la population, et presque tous les étrangers en sont frappés.....

» Si nous évaluons à 100000 âmes la population de Lima, nous trouverons, pour les décès annuels, une proportion d'au moins 3,6 pour 100, proportion excessive, car, à Paris et à Londres, le rapport des décès à la population n'atteint pas 2 pour 100, tandis qu'à New-York, où l'hygiène est cependant mauvaise, elle s'élève rarement à 2,5 pour 100.

» Vraisemblablement on ne connaîtra jamais, avec un degré satisfaisant d'exactitude, la mortalité déterminée par la fièvre jaune, depuis son apparition au Callao, en février 1868, jusqu'à sa disparition de Lima et des environs de cette ville, en juillet dernier. L'épidémie atteignait son maximum d'intensité en mai 1868; elle déclinait ensuite jusqu'en juillet et finissait par disparaître à peu près en septembre; mais elle se montrait de nouveau en janvier 1869, et, quoique moins violente que l'année précédente, elle exerçait d'assez grands ravages en avril et dans la première moitié de mai. Les cas de fièvre jaune devenaient alors de plus en plus rares; ils ne s'appliquaient guère qu'à des étrangers nouvellement débarqués ou à des voyageurs venus de la Cordillère.

» Je ne pense pas que la population de Lima, du Callao et de Chorrillos dépasse 120000 âmes, malgré le dire des gens du pays qui la portent à plus de 150000. Beaucoup de personnes ayant émigré durant l'épidémie de 1868, et n'étant pas revenues en 1869, cette population pouvait être descendue à 100000 âmes. Si nous portons à 12000 le chiffre des décès, chiffre qui me parait probable d'après tout ce que j'ai recueilli, nous

avons encore une moyenne très-forte. Tout le monde s'accorde, du reste, à reconnaître que la fièvre jaune était beaucoup plus violente ici qu'elle ne l'est au Mexique ou aux Antilles. Elle était aussi accompagnée de rechutes qui semblaient plus à redouter que la première attaque de la maladie. On ne sauvait guère, au commencement de l'épidémie, plus d'une personne sur quatre attaquées, mais on finit par doubler le nombre des guérisons. Je crois me rappeler qu'aux Antilles et au Mexique, la proportion des cures heureuses aux accidents mortels est généralement de trois à un. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Note sur l'étiologie du goître; par* **M. D. Brunet.**

« Chargé en 1867, par la Commission du goître, instituée par le Ministère de l'Agriculture et du Commerce, d'étudier cette affection dans la Côte-d'Or, j'en ai recueilli cent vingt observations, desquelles il résulte qu'elle débute le plus souvent par l'hypertrophie du lobe droit du corps thyroïde, et que, quand l'hypertrophie envahit toute la glande, la partie droite est ordinairement plus volumineuse que la partie médiane et que la partie gauche.

» Dans mon Rapport adressé à cette Commission, j'ai cherché à expliquer la plus grande fréquence et le plus grand volume du goître, par ce fait : que la situation du cœur dans le côté gauche de la poitrine rend la circulation veineuse du cou un peu plus difficile à droite qu'à gauche.

» Si une différence très-légère dans la difficulté du retour du sang vers les cavités cardiaques suffit pour favoriser l'hypertrophie du lobe droit du corps thyroïde, on comprend la génération du goître par la compression des vaisseaux du cou, qu'admettent, dans certains cas, M. le Général Morin et M. Hahn.

» La congestion du corps thyroïde est la cause productrice du goître, que cette congestion soit due à des causes locales, compressions du cou, refroidissement brusque, etc., ou à des causes générales de nature débilitante, qui agissent en déterminant une atonie des vaissaux sanguins.

» Le goître disparaît rapidement au début par l'application de révulsifs sur le cou, qui excitent la circulation sanguine de cette partie, ou par l'administration à l'intérieur de préparations iodées, qui activent la circulation générale. La pommade iodée, dont le principe actif est absorbé et qui agit, en même temps, comme irritant local, constitue la meilleure médication.

» Au bout d'un certain temps, des kystes se forment dans le corps thyroïde, et, pour guérir alors le goître, il faut énucléer ces kystes, qui sont

peu adhérents, ou injecter dans leur cavité des liquides irritants, pour amener la destruction de leurs parois. »

M. **Duchemin** adresse une « Note sur la phosphorescence de la mer ». Les observations de l'auteur l'ont conduit à reconnaître que l'étincelle électrique semble agir vivement sur les animalcules qui produisent la phosphorescence. En outre, le contact de ces animalcules avec la peau déterminerait un exanthème semblable à celui que produit la piqûre des orties.

M. **Rézard de Wouves** adresse une Note « sur les causes de l'abandon et de la mortalité des nouveau-nés, et sur les moyens de la restreindre ». Suivant l'auteur, les périodes auxquelles correspond la plus grande mortalité se rapportant au premier et au second mois, le moyen le plus certain d'arriver à diminuer la mortalité chez les nouveau-nés consisterait à obtenir, et à imposer même, quand cela serait possible, l'allaitement maternel pendant le premier mois. A partir de cette époque, les enfants seraient dans des conditions à peu près suffisantes pour supporter un voyage auquel ils succombent si souvent lorsqu'on les enlève à leur mère dès les premiers jours qui suivent la naissance.

« M. **Chasles** fait hommage à l'Académie, de la part des Auteurs, de deux opuscules mathématiques, écrits en italien : l'un de M. *L. Cremona* « Sur » la transformation des courbes hyperelliptiques »; et l'autre, de MM. *Casorati et Cremona* « Sur le nombre des modules des équations ou des » courbes algébriques d'un genre déterminé. »

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. D.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 NOVEMBRE 1869.

PRÉSIDENCE DE M. CLAUDE BERNARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Réponse à la dernière Note de* M. P. Thenard *sur le chauffage des vins; par* **M. L. Pasteur.**

« Remarquons d'abord qu'il existe des différences profondes entre les assertions de cette nouvelle Note et celles des deux premières (1). M. Thenard n'a pas mis, il est vrai, à ces différences capitales des angles bien vifs, faits pour arrêter le regard et l'attention; mais on ne saurait attendre davantage d'un contradicteur mal engagé.

» M. Thenard ne conteste plus la nouveauté et l'efficacité de mon procédé du 11 avril 1865, qui procurera des millions à la Bourgogne; mais il donne à penser que la reconnaissance envers l'inventeur gêne ses compatriotes. Soit: ce ne serait pas la première fois que les découvertes scientifiques n'auraient rencontré que l'ingratitude chez ceux qui en profitent. Les sentiments du Maréchal Vaillant, Président du Conseil général de la Côte-d'Or, sont tout autres.

» La Note à laquelle je réponds paraît avoir principalement pour but

---

(1) On trouve la première Note de M. Thenard dans le *Journal d'Agriculture pratique*, numéro du 9 septembre.

d'expliquer la conduite tenue par M. Thenard. Mieux informé aujourd'hui que le 23 août et le 4 octobre, M. Thenard doit reconnaître jusqu'à l'évidence que le Maréchal Vaillant, ne se proposant pas de faire au Conseil général une dissertation historique, mais bien l'annonce d'un procédé pratique propre à prévenir toutes les maladies des vins fins de la Bourgogne, sans altérer leurs qualités les plus délicates, ne pouvait raisonnablement parler que du procédé de mon brevet du 11 avril 1865, le seul qui réalise ces conditions, et nullement des procédés d'Appert et de M. de Vergnette.

» En effet, si le Maréchal Vaillant eût entretenu ses compatriotes du procédé d'Appert, M. Thenard se fût levé pour déclarer que ce procédé est très-nuisible aux vins fins de la Buorgogne, et que c'est pour ce motif qu'on ne s'en est jamais servi. D'autre part, le Maréchal Vaillant n'aurait pu parler du procédé de M. de Vergnette qu'en blessant la justice et la vérité; car si mon procédé du 11 avril 1865 est : 1° antérieur à celui de M. de Vergnette; 2° éprouvé et démontré efficace, celui de M. de Vergnette du 1er mai suivant, consistant à porter le vin pendant deux mois dans un grenier ou dans une étuve de 45 à 52 degrés, n'a jamais été appliqué par personne, et il est si mauvais qu'on pourrait l'intituler dérisoirement, mais justement : « Procédé pour altérer la finesse et le bouquet des vins fins de » la Bourgogne, ou pour les rendre malades plus vite et plus complétement » qu'en les laissant dans la cave ».

» Ces quelques lignes suffiront pour réfuter toutes les erreurs qui subsistent encore dans la dernière Note de M. Thenard. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Des transformations que subit le soufre en poudre (fleur de soufre et soufre trituré) quand il est répandu sur le sol; par* **M. H. Marès.**

« Le soufrage régulier des vignes, depuis que l'emploi du soufre est entré comme une pratique normale dans la viticulture d'une partie du midi de la France, a fait répandre sur le sol des vignobles, depuis seize à dix-sept ans environ, des quantités de soufre considérables. Ainsi on peut en citer qui sont soufrés depuis l'année 1854, à raison de 100 kilogrammes de soufre par hectare et par an, en moyenne. Ils ont donc reçu 1600 kilogrammes de cette substance. Sur certains points les quantités employées sont beaucoup plus considérables encore.

» Que devient le soufre qu'on accumule ainsi dans les couches superficielles du sol? Il se transforme en acide sulfurique, qui se combine avec les bases en présence desquelles il se trouve dans le sol.

» Les terres qui ont été le sujet des observations dont j'expose les résultats dans cette Note sont situées à Launac, près Montpellier; elles sont toutes calcaires, mais leur richesse en carbonate de chaux est très-variable. Tandis que certaines sont presque exclusivement formées de débris de roche calcaire à peu près pure, d'autres très-siliceuses et ferrugineuses ne renferment que $3\frac{1}{2}$ pour 100 de carbonate de chaux. Selon les parcelles, le sol varie beaucoup; il est tantôt tenace et argileux, tantôt léger et sableux : cependant partout le soufre s'y transforme en sulfate de chaux, avec une grande facilité.

» Depuis plusieurs années, j'ai remarqué qu'après les sécheresses prolongées de l'été, et quand le soufre répandu lors du soufrage des vignes reste à la surface du sol, sans être enterré par les labours, il se forme sur les points où il est tombé des efflorescences blanches. Sur les mottes terreuses et sur les débris de pierres calcaires, ces efflorescences sont très-apparentes et comme mamelonnées. En les examinant chimiquement, je les ai trouvées formées de sulfate de chaux. Le lavage à l'eau distillée de la terre chargée de ces efflorescences donne, quand on évapore cette eau, un sel blanc qui présente tous les caractères du sulfate de chaux, et en outre une matière organique facile à détruire par la calcination.

» Les pierrailles calcaires, qui se couvrent aussi d'efflorescences lorsqu'il tombe sur elles du soufre en poussière, ne noircissent pas quand on les chauffe à la lampe à alcool; le sel blanc appliqué à leur surface reste sans altération; il est soluble dans l'eau et donne les réactions du sulfate de chaux.

» Ce sel s'est formé, cette année, du 10 juillet au 25 août, le 10 juillet étant la date de mes derniers soufrages, et le 25 août celle à laquelle j'ai constaté la disparition du soufre répandu sur la terre, et la présence, à sa place, du sulfate de chaux. Cette formation peut s'accomplir probablement dans un temps plus court, car dès le 15 août les efflorescences étaient apparentes sur une foule de points.

» Les cailloux siliceux, dont certaines terres contiennent des quantités assez considérables mêlées aux débris de roches calcaires, ne présentent aucune efflorescence.

» Quand une culture postérieure au dernier soufrage a enterré le soufre, les efflorescences blanches sont rares et ne frappent pas les regards, comme cela a lieu si le soufre est resté répandu sur le sol; mais la terre lavée à l'eau distillée dénote la présence, en quantité considérable, du sulfate de chaux.

» La même terre prise à quelques mètres de distance, dans un champ

voisin qui n'est pas assujetti au soufrage, parce qu'il n'est pas planté de vignes, n'a jamais présenté d'efflorescences et ne donne pas les mêmes réactions quand on la lave à l'eau distillée : la solution ne contient pas de sulfates, et, outre des matières organiques solubles, on n'y constate guère en quantité notable que la présence du chlore et de la chaux.

» Ainsi l'observation directe et l'examen comparatif prouvent que le soufre à l'état très-divisé, répandu sur un sol calcaire, se transforme en sulfate de chaux.

» J'ai examiné récemment, à diverses profondeurs, le sol d'une vigne soufrée pendant seize années consécutives, de 1854 à 1869; on y creusait des fossés de drainage profonds de $1^m,20$. La terre est très-calcaire, d'épaisseur variable depuis 20 jusqu'à 75 centimètres, et repose sur une marne assez compacte pour retenir l'eau, lorsque les pluies sont prolongées. Néanmoins la vigne y donne de beaux produits. Actuellement la sécheresse est excessive et pénètre plus bas que les fossés. Au point de vue de la présence du sulfate de chaux, j'ai obtenu les résultats suivants :

» La terre de la surface en renferme une grande quantité.

» La terre recueillie à 60 centimètres de profondeur en contient moins; néanmoins ce sel y existe en quantité notable.

» Le sous-sol à $1^m,20$ de profondeur, formé par une marne blanc-jaunâtre très-calcaire, quoique assez compacte, en contient encore une proportion assez forte, moindre cependant que celle de la couche intermédiaire.

» Le sulfate de chaux, engendré par le soufre, pénètre donc dans les couches inférieures du sol, mais son abondance diminue à mesure qu'on s'éloigne de la surface. Dans les sols potassiques, le soufre peut donner lieu à du sulfate de potasse, et ainsi s'expliquerait, en partie, la vigueur et la force de végétation des vignes soufrées.

» La transformation du soufre en sulfate m'a paru beaucoup plus rapide dans les terres bien fumées que dans celles qui n'ont pas reçu d'engrais.

» Quand le soufre tombe sur le sol en grumeaux, ou en grande quantité mal disséminée, sa transformation est bien plus longue. On le retrouve alors, sur la terre, d'une année à l'autre. Cela arrive de même lorsqu'on l'enterre en masse pulvérulente, au pied des ceps, au lieu de le disséminer.

» Après avoir ainsi reconnu la présence de sulfate de chaux dans les sols calcaires assujettis au soufrage, j'ai voulu savoir si ces mêmes sols, largement fumés et soufrés, dégagent de l'hydrogène sulfuré. Le raisonnement me portait à croire que j'aurais à constater la présence de ce gaz, et je

m'attendais à le rencontrer. A mon grand étonnement, ayant commencé mes recherches à la fin du mois de juillet dernier, je n'en ai pas trouvé.

» J'ai fait durer des expériences spéciales, que j'ai entreprises dans ce but, depuis le 14 août jusqu'au 4 novembre courant, en me servant de terres recueillies jusqu'à une profondeur de 15 centimètres au pied même des ceps fumés et soufrés. Chaque cep avait reçu, au mois de mars dernier, 6 kilogrammes de fumier d'écurie frais et 23 grammes de soufre, répandus en trois soufrages, du 5 mai au 10 juillet. Les terres recueillies contenaient de nombreux débris de fumier, ainsi que des traces du soufre répandu sur le sol lors du dernier soufrage. Après les avoir renfermées dans un ballon, d'abord à l'état légèrement humide, telles qu'elles étaient lorsqu'elles furent tirées de la vigne, puis successivement humectées et lavées, je n'y ai jamais constaté même des traces d'hydrogène sulfuré ou de sulfures solubles. Cependant le ballon qui les contenait était abandonné en plein air, tantôt à l'ombre, tantôt au soleil, et sa température a fréquemment varié de 15 à 40 degrés; elle est même tombée à -5°, le 28 octobre dernier. Ces grandes variations donnaient lieu, journellement, dans l'intérieur du ballon, à la formation et à la condensation de vapeurs d'eau, mais sans traces d'hydrogène sulfuré, puisqu'une pièce d'argent décapée, suspendue le 12 octobre au centre du ballon, y conserve encore tout son éclat. D'autre part, ayant, à diverses reprises, lavé de petites portions de la terre renfermée dans le ballon, j'y ai trouvé une grande quantité de sulfate de chaux.

» Faut-il conclure de ce qui précède qu'il ne se forme point d'hydrogène sulfuré ou de sulfures solubles dans le sol, quand on y met en présence, soit le soufre, soit le sulfate de chaux, et le fumier? On y serait bien porté; je crois cependant que de nouvelles expériences sont nécessaires, et qu'elles doivent commencer à partir du moment même où l'on met en contact, dans le sol, le soufre et le fumier. Dans tous les cas, ce qui est hors de doute, c'est une abondante production de sulfate de chaux. Elle pouvait d'ailleurs être prévue. Le sol, formant, dans sa partie superficielle, où sont déposés les engrais par la culture, une couche poreuse très-oxydante, il serait bien possible que le soufre ne pût s'y transformer qu'en produits oxydés; et les sulfures solubles, comme l'hydrogène sulfuré, s'ils venaient à y prendre naissance, pourraient bien s'y oxyder à mesure qu'ils se formeraient.

» D'après les observations de M. Dumas, lorsque l'hydrogène sulfuré se produit en présence de l'air et de matières organiques, il se trouve dans

des circonstances favorables pour être transformé en acide sulfurique. C'est exactement le cas où il se trouverait s'il venait à se produire dans le sol, et dès lors, si celui-ci est calcaire, il devra s'ensuivre la formation du sulfate de chaux, ainsi que je l'ai constaté.

» Dans les vignes récemment soufrées, pendant les chaleurs, on sent une odeur très-vive de vapeur de soufre, lorsqu'aux heures chaudes de la journée le soleil a fortement échauffé la terre; mais à aucune époque on ne sent l'odeur si caractéristique de l'hydrogène sulfuré, même dans les terrains les plus richement soufrés et engraissés.

» Les faits qui précèdent, outre leur intérêt propre, sont peut-être de nature à jeter quelque jour sur l'immunité dont les vignobles comme ceux de l'Hérault (fortement et régulièrement assujettis au soufrage) jouissent jusqu'à présent, relativement à la nouvelle maladie de la vigne qui ravage si cruellement les départements de Vaucluse et des Bouches-du-Rhône. Dans les localités les plus violemment attaquées de ces départements, les vignes sont peu ou point soufrées.

» On peut se demander si la présence de notables quantités de sulfate de chaux, incessamment renouvelé à la surface du sol, et porté peu à peu jusque dans ses profondeurs, ne serait pas de nature à modifier le milieu dans lequel végète la vigne, de manière à en écarter le puceron (*Phylloxera vastatrix,* Planchon) qui caractérise la maladie dont elle est atteinte sur les rives du bas Rhône; si la transformation du soufre en sulfates, qu'elle se produise par une oxydation directe ou par l'oxydation de l'hydrogène sulfuré naissant, ne pourrait pas être un obstacle à l'existence du puceron; si la présence du soufre en poudre et ses émanations continuelles, pendant les mois de végétation active, ne seraient pas capables de faire périr le puceron, précisément à l'époque de sa grande reproduction et de ses migrations.

» Je crois donc devoir insister, à l'occasion de cette Note, comme je l'ai fait dès le mois de juillet 1868, sur l'opportunité des soufrages fréquents et réitérés, soit comme moyen préservatif, soit comme moyen curatif, pour les vignobles exposés à l'invasion de la maladie, ou déjà atteints par elle.

» En allant plus loin dans le même ordre d'idées, nous pensons que, là où sévit la maladie, il y a lieu d'essayer l'application directe, sur la vigne, du plâtre pulvérisé (sulfate de chaux), soit en l'employant comme le soufre, ou en le mélangeant avec ce dernier, comme je l'ai indiqué dès 1861, pour les soufrages des mois les plus chauds, soit en le répandant sur le sol

comme un amendement. Pour les terrains siliceux où la chaux fait défaut, comme pour ceux où elle n'existe qu'en petite quantité, l'introduction du sulfate de chaux dans le sol ne peut que donner un plus grand essor à la végétation de la vigne et lui être favorable.

» Au mois de juillet dernier, M. P. Thenard proposait de le mélanger aux engrais donnés à la vigne, afin d'y engendrer économiquement du soufre à l'état moléculaire.

» L'influence d'autres sulfates, comme ceux de magnésie, de fer, de soude, de potasse, etc., celle de divers sels solubles qu'on tire des salines du littoral, ou des gisements de Stassfurt, mérite d'être examinée avec attention (1). Il en est de même de l'action des mélanges de soufre et de chaux, de celle des engrais, etc., quoique les essais déjà faits passent pour n'avoir pas donné de résultats favorables. Nous croyons qu'il faut encore essayer de nouveau, et dans des conditions différentes ou meilleures.

» Dans les premiers temps de l'application du soufre contre l'oïdium, ses bons effets furent non-seulement mis en doute et contestés, mais encore niés de la manière la plus absolue. Cependant son emploi mieux étudié en a prouvé la complète efficacité, et l'a fait passer dans la pratique.

» Il peut en être de même pour divers moyens déjà proposés afin de combattre les ravages de la nouvelle maladie de la vigne. Une modification des milieux dans lesquels vit cet arbuste nous paraît un des moyens les plus rationnels pour en ranimer et en entretenir la végétation, et pour mettre obstacle à la propagation de l'insecte parasite par lequel il est attaqué. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la transformation de l'hydrate de chloral en chloroforme dans l'économie animale.* Note de **M. J. Personne**, présentée par M. Bussy.

(Commissaires : MM. Dumas, Cl. Bernard, Bussy.)

« En découvrant l'action physiologique de l'hydrate de chloral, M. Liebreich a justement attiré l'attention du monde médical, et les expériences se sont succédé rapidement en France. Mais il résulte de ces expériences une divergence d'opinion, tant au sujet des manifestations physiologiques

---

(1) M. Faucon de Saint-Rémy a déjà publié un intéressant Mémoire sur l'emploi qu'il fait des sels des salines, dans le but de combattre la maladie de la vigne.

observées, que sur la manière d'interpréter théoriquement l'action de l'hydrate de chloral.

» Je laisse de côté les phénomènes physiologiques, pour ne m'occuper ici que des idées théoriques émises; ces dernières sont au nombre de deux :

» 1° Selon M. Liebreich, l'hydrate de chloral doit se transformer en chloroforme au contact de l'alcali du sang, selon l'équation bien connue, donnée par M. Dumas, l'auteur du chloral : $C^4HCl^3O^2, H^2O^2 = C^2HCl^3 + C^2H^2O^4$, c'est-à-dire qu'il se forme du chloroforme et de l'acide formique. C'est guidé par cette idée que M. Liebreich a tenté ses expériences à Berlin.

» Les expérimentateurs français, au contraire, malgré leurs divergences, sont généralement d'accord sur ce point fondamental, que l'hydrate de chloral ne se transforme pas en chloroforme dans l'économie, puisque son action physiologique n'a pas été trouvée par eux comparable à celle de ce dernier.

» Quelle est celle de ces deux théories qui est la vraie? Voilà ce qu'il s'agissait, pour moi, de résoudre, et c'est dans ce but que j'ai entrepris les expériences dont voici les résultats :

» A du sang de bœuf frais, on a ajouté une solution d'hydrate de chloral pur (la solution employée était faite à $\frac{1}{10}$ pour toutes les expériences), le mélange étant maintenu à la température de 40 degrés environ : il a été impossible d'y reconnaître la moindre odeur de chloroforme; il n'y avait de perceptible que l'odeur propre du sang.

» On a administré à un chien, par voie stomacale, 3 grammes d'hydrate de chloral, dont l'effet s'est manifesté au bout de dix minutes; 3 autres grammes ont été de nouveau ingérés avant l'anesthésie complète. Pendant tout le temps de l'expérience, aucun des assistants n'a pu percevoir l'odeur du chloroforme dans les gaz de l'expiration. L'animal ayant été sacrifié, après anesthésie complète et résolution musculaire absolue, le sang, extrait par la jugulaire, n'a fourni aucune odeur de chloroforme; il n'a été possible de percevoir que l'odeur caractéristique du sang de l'animal (1).

» D'après ces deux faits, on serait disposé à croire qu'il n'y a pas eu formation de chloroforme. Cependant, si l'on prend un liquide animal alcalin, présentant une certaine identité avec le sang; si, à des blancs d'œufs divisés dans une petite quantité d'eau, on ajoute de l'hydrate de chloral, la li-

---

(1) M. Richardson a publié dans le *Medical Times and Gazette*, 28 août et 4 septembre, qu'il a reconnu l'odeur du chloroforme dans le gaz de la respiration et dans le sang des lapins et pigeons anesthésiés avec le chloral. Nous n'avons jamais pu constater cette odeur.

queur, portée à + 40 degrés, répand très-nettement l'odeur du chloroforme.

» Persuadé, d'après cette expérience, que le même phénomène devait avoir eu lieu dans le sang, mais que l'odeur propre de ce liquide masquait celle du chloroforme, j'ai cherché à isoler le chloroforme en nature. Pour cela, le sang de bœuf, additionné de chloral, a été soumis, dans un vase distillatoire, à une température voisine de 100 degrés dans un bain d'eau bouillante, en condensant avec soin les produits volatilisés. De cette façon, j'ai pu obtenir une petite quantité de chloroforme, gagnant la partie inférieure du liquide condensé et nettement caractérisé par son odeur.

» Mais on peut objecter à cette expérience que la température à laquelle les matières ont été soumises est bien différente de celle du corps d'un animal, qui, voisine de 40 degrés, ne donnerait pas de chloroforme, tandis que ce produit peut prendre naissance à la température de 100 degrés.

» Afin de lever les doutes à ce sujet, je me suis servi du procédé employé pour la recherche toxicologique du chloroforme. Ce procédé consiste à placer les matières sur lesquelles on veut opérer dans une cornue tubulée : on fait communiquer le bec de la cornue à l'une des extrémités d'un tube de porcelaine; à l'autre est adapté un tube à trois boules, renfermant une solution d'azotate d'argent. Le tube de porcelaine étant porté au rouge et la cornue chauffée au bain-marie à 40-45 degrés, à l'aide de la tubulure, on fait traverser le liquide de la cornue par un courant d'air privé de vapeurs de chlore. Ce courant d'air entraîne avec lui les vapeurs fournies par le liquide, les fait passer avec lui dans le tube de porcelaine rougi, d'où elles se rendent dans l'azotate d'argent. Pour peu qu'il y ait la plus petite trace de chloroforme, sa vapeur entraînée se décompose en traversant le tube, et le chlore, ainsi que l'acide chlorhydrique résultant de cette décomposition, produisent du chlorure d'argent dans la liqueur argentique.

» En traitant de cette manière le sang de bœuf additionné d'hydrate de chloral de l'expérience précédente, et dans lequel l'odorat n'avait pu percevoir l'odeur du chloroforme, on a obtenu une grande quantité de chlorure d'argent. Le sang du chien, dans lequel il avait été également impossible de constater l'odeur du chloroforme, a formé également du chlorure d'argent, mais en faible quantité. Cependant, on pourrait objecter encore que le chlorure d'argent obtenu dans ces circonstances provient des vapeurs qui seraient fournies par l'hydrate de chloral lui-même existant dans le sang.

» Cette dernière objection a été résolue d'une façon décisive de la ma-

nière suivante : on a soumis à l'expérience précédente un litre d'eau distillée environ, renfermant 1 gramme d'hydrate de chloral; l'opération a été conduite pendant quinze à vingt minutes, et elle a été complétement négative : mais, dès qu'on eut ajouté au liquide de la cornue une petite quantité de carbonate de soude, la présence du chloroforme fut immédiatement accusée par la formation du chlorure d'argent. L'alcali ajouté a donc seul transformé le chloral en chloroforme, comme le fait l'alcali du sang.

» Les matières contenues dans l'estomac des chiens mis en expérience, traitées de la même manière, n'ont jamais donné trace de chloroforme, tant que la liqueur n'a pas été rendue alcaline; alors seulement, on a obtenu des quantités considérables de chlorure d'argent. Ces matières renfermaient donc encore une grande quantité d'hydrate de chloral, ce qui prouve que son absorption se fait lentement.

» L'urine trouvée dans la vessie de ces animaux n'a jamais fourni trace de chloroforme, soit avant, soit après l'addition de carbonate alcalin à ce liquide. Elle ne renfermait donc ni chloral ni chloroforme.

» Cette Note était rédigée quand M. Bouchut a annoncé, dans une Note qu'il a présentée mardi dernier à l'Académie, que l'hydrate de chloral se transforme en chloroforme dans l'économie. Ce savant se fonde, pour émettre cette opinion, sur ce qu'il a trouvé du chloroforme dans l'urine des animaux soumis à l'action de l'hydrate de chloral. Mais le procédé que M. Bouchut a employé pour mettre en évidence le chloroforme ne paraît pas présenter toutes les garanties suffisantes d'exactitude. Ce procédé repose, en effet, sur ce fait : que le chloroforme réduit la liqueur cupro-potassique, et, comme il a obtenu cette réduction avec l'urine d'animaux soumis au chloral et recueillie vingt-quatre heures après l'injection, il en conclut la présence du chloroforme dans cette urine. La liqueur cupro-potassique est un excellent réactif, mais il ne faut pas lui faire dire plus qu'elle ne peut, et personne n'ignore combien il y a de corps capables d'opérer cette réduction, et, en particulier, l'acide urique, produit normal de l'urine. J'ai démontré, en effet (1), il y a déjà longtemps, que l'acide urique se dédouble en présence des alcalis, en produisant, outre de l'ammoniaque, les acides oxalique et formique, corps éminemment réducteurs.

» Quoi qu'il en soit, il était nécessaire, pour moi, de vérifier le fait par l'expérience, en la variant. Pour cela, un chien a été soumis pendant près de deux heures à cinq inhalations consécutives de chloroforme, la dernière

(1) Société d'émulation pour les sciences pharmaceutiques.

ayant été poussée à la limite extrême. A ce moment, la jugulaire de l'animal a été ouverte pour en extraire le sang dans lequel l'odorat n'a pu découvrir, comme précédemment, la plus petite odeur de chloroforme, mais dans lequel la présence de ce corps a été facilement démontrée par la production du chlorure d'argent, au moyen du procédé que j'ai décrit. L'urine de ce chien, traitée de la même manière, en le maintenant en ébullition, n'a donné aucune trace de chloroforme. Cependant, chauffée avec la liqueur cupro-potassique, cette dernière a été réduite après quelques instants d'ébullition.

» Une semblable expérience a été faite avec l'urine d'un chien qui avait ingéré, dans l'espace de deux heures, 6 grammes d'hydrate de chloral, et toujours même résultat : pas trace de chloroforme par le procédé si sensible que j'ai décrit, mais réduction de la liqueur cupro-potassique.

» Cette absence d'hydrate de chloral, ainsi que du chloroforme dans l'urine, qui est la voie d'élimination par excellence, s'explique tout naturellement, si l'on considère les propriétés chimiques du chloral et du chloroforme qui en dérive. En effet, l'hydrate de chloral se dédouble au contact des alcalis, pour fournir le chloroforme; mais celui-ci est transformé à son tour, par ces mêmes alcalis, en chlorure de sodium et formiate de soude, lequel peut être éliminé en partie dans les urines et leur communiquer la propriété de réduire la liqueur cupro-potassique.

» Il est très-facile de constater ces faits en opérant dans un tube à expérience. On voit, en effet, que si, à une faible solution de chloral, on ajoute d'abord une très-petite quantité de carbonate de soude, l'odeur du chloroforme apparaît bien vite; mais qu'elle disparaît soudain, si l'on ajoute une plus forte proportion de carbonate alcalin, qui détruit le chloroforme, en provoquant immédiatement sa transformation en chlorure de sodium et formiate de soude.

» Je crois donc devoir conclure, d'après ces expériences, que l'hydrate de chloral ne traverse pas l'économie animale sans transformation; mais qu'il est, au contraire, à son arrivée dans le sang, dédoublé en acide formique et chloroforme, lequel est converti ultérieurement en chlorure de sodium et formiate de soude, qui sont les produits de son élimination. »

M. de Pontécoulant adresse une nouvelle Communication relative aux prototypes du système métrique.

(Renvoi à la Commission nommée pour les questions relatives au système métrique.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les Pièces imprimées de la Correspondance : 1° un ouvrage de *M. Chatin* ayant pour titre « La truffe. Étude des conditions générales de la production truffière » ; 2° la traduction française d'un Mémoire de *M. Al. Cialdi*, sur « les jetées de Port-Saïd et leur ensablement » ; 3° une traduction anglaise de l'ouvrage de *M. Schrœder van der Kolk*, sur « la pathologie et la thérapeutique des maladies mentales » ; 4° un ouvrage de *M. Zeuner*, présenté par M. de Tessan et ayant pour titre : « Études sur la statistique mathématique ».

Ce dernier ouvrage, imprimé en allemand, est renvoyé à l'examen de M. Bienaymé, pour en faire, s'il y a lieu, l'objet d'un Rapport verbal à l'Académie.

M. le Secrétaire perpétuel signale également, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Mémoire de *M. F. Hugueny* sur « le coup de foudre de l'île du Rhin, près Strasbourg (13 juillet 1869) ».

Parmi les divers phénomènes qui ont été offerts par ce coup de foudre, et dont tous les détails ont été analysés, l'auteur signale, en particulier, un éclair globulaire qui est apparu au voisinage d'un peuplier, au moment même où ce peuplier était frappé par un éclair de première classe, et qui est venu éclater sur un marronnier situé à une distance de 840 mètres : une partie de la décharge a suivi le tronc et noirci le pied de l'arbre; une autre partie s'est portée sur un banc situé au voisinage, et a frappé trois soldats, dont deux ont été atteints à la tête et sont morts. L'éclair globulaire s'est propagé avec une vitesse d'environ $571^{m},4$ par seconde; il a passé à travers les arbres du Rhin, sans être arrêté; il a passé également devant le conducteur des paratonnerres du bâtiment de la douane, et devant les fusils qui étaient au râtelier du corps de garde, sans que sa direction ait été sensiblement modifiée. L'auteur accompagne cet exposé d'un essai de théorie de la foudre globulaire.

CHIMIE. — *Note sur le chlorure d'or; par* M. H. Debray.

« On sait que le sesquichlorure d'or, soumis à l'action de la chaleur, se décompose vers 200 degrés en protochlorure et en chlore, puis en or métallique et en chlore si la température est plus élevée. Il est cependant facile

de sublimer le sesquichlorure d'or et de l'obtenir, par cette voie, en cristaux rougeâtres aussi volumineux que ceux des chlorures volatils de molybdène et de tungstène, à une température supérieure à celle où sa décomposition s'opère ordinairement. On fait passer un courant de chlore sur de l'or en lames minces, chauffé dans un tube de verre à la température de 300 degrés; bien au-dessous de cette température, l'or se recouvre de chlorure, mais ce n'est que dans le voisinage de 300 degrés que la volatilisation de ce produit commence a être assez sensible pour qu'il vienne se condenser en longues aiguilles, à une certaine distance de la partie chauffée.

» Il n'y a d'ailleurs entre ces divers faits aucune contradiction réelle. Si le chlorure d'or se trouve chauffé dans une atmosphère exempte de chlore, à une température où il commence sensiblement à se dissocier, il se décompose alors en chlore et en protochlorure, par exemple; mais une telle décomposition ne peut évidemment s'opérer dans une atmosphère où le chlore a une tension supérieure à la tension de dissociation du sesquichlorure d'or à la température de l'expérience. Si la tension de vapeurs de ce composé est notable à une température où sa tension de dissociation est encore inférieure à 760 millimètres, il bien évident qu'on pourra le volatiliser à cette même température, dans un courant de chlore à la pression de l'atmosphère, et c'est précisément ce qui arrive dans mon expérience.

» Je m'occupe en ce moment de déterminer la densité de vapeurs du chlorure d'or, afin d'arriver à la connaissance exacte de l'équivalent de ce métal. Si je parviens à surmonter les difficultés que présente cette détermination, j'aurai l'honneur d'en communiquer le résultat à l'Académie.

» La seule remarque relative à la volatilité du chlorure d'or remonte à Boile. En effet, on lit, dans le Mémoire intitulé *Faits pour servir à l'histoire de l'or :* « Ce muriate distillé donne de l'eau et de l'acide marin oxygéné » fort abondamment. L'or reste mat et spongieux au fond de la cornue. *Les » vapeurs enlèvent du muriate d'or, mais fort peu*, ce qui avait été remarqué » par Boile. » (PROUST, *Journal de Physique*, t. LXII, p. 132.) »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Note sur le bronze des instruments sonores;* *par* **M. A. RICHE.**

« J'ai, dans la séance du 2 août dernier, publié une deuxième Partie de mes recherches sur les alliages de cuivre et d'étain, et j'ai conclu des expériences sur les variations que présente la densité du bronze des instruments sonores après le choc, la trempe et le recuit, que l'insuccès des tentatives faites dans notre pays en vue de fabriquer les tam-tams et les

cymbales avec le métal des Chinois et des Turcs devait tenir à ce qu'on travaillait l'alliage à la température ordinaire, au lieu de le marteler à chaud, comme le prescrit l'*Encyclopédie japonaise*, ainsi que M. Dumas l'a fait remarquer.

» Les détails pleins d'intérêt publiés par M. Champion sur la fabrication des instruments sonores en Chine, et les facilités mises à ma disposition dans les ateliers de la Monnaie de Paris, m'ont excité à faire des essais en grand sur cet alliage à des températures diverses.

» Les analyses du métal des Chinois qui ont été faites par différents expérimentateurs ayant montré que cette matière est formée d'étain et de cuivre, environ dans le rapport de 20 d'étain à 80 de cuivre, on a coulé des barres de bronze à 21,5; 20,0 et 18,5 pour 100 d'étain; puis on les a soumises à l'action du marteau à des températures comprises entre le rouge vif et la température ordinaire. A froid, le métal est cassant comme du verre; vers 300 à 350 degrés, on observe une amélioration sensible; au rouge sombre, on croirait avoir affaire à un métal entièrement différent, car il se travaille comme le fer ou le bronze d'aluminium. On voit le métal s'aplatir sans rompre sous les plus puissants marteaux, et on réduit sans difficulté des lames de 6 à 8 millimètres à l'épaisseur de 1 millimètre. Les feuilles obtenues ont l'aspect du métal des Chinois, et elles sont douées d'une grande sonorité.

» L'action du laminage est plus saillante encore, parce que sous le marteau le métal est si vite refroidi, qu'il faut recuire d'instant en instant, ce qui allonge et complique le travail; tandis qu'au laminoir on peut donner des passes très-fortes et amincir la lame avec rapidité si l'on opère au rouge sombre. A froid, une seule passe suffit pour la réduire en écailles.

» Cet alliage se coupe à chaud comme le fer et l'acier, il présente le grain fin et homogène de ce dernier. On le soude sans difficulté avec la soudure des bijoutiers.

» Les quelques essais suivants semblent montrer que la densité n'éprouve par le martelage et le laminage à chaud que des modifications peu sensibles.

	Densité après coulée.	Densité après forgeage.
Bronze chinois rapporté par M. Champion....	»	8,948
Bronze à 21,5 pour 100 d'étain............	8,938	8,929
» 18,5 »	8,882	8,938
» 20,0 »	8,924 8,918 8,912	8,920

» Ce dernier alliage était sous forme d'une lame de 6 millimètres après la coulée. On l'a laminé, puis forgé de façon à réduire son épaisseur à 1 millimètre avant d'en prendre la densité. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Note sur les dangers de l'administration du chloral;* *par* **M. J.-V. Laborde**. (Extrait.)

« ... Personne, que je sache, n'a encore fait connaître les inconvénients et même le danger que peut présenter l'administration du chloral, dans ses divers modes. C'est le but que je me propose dans cette courte Note :

» 1° Injecté, même à une dose faible (de $0^{gr},75$ à $1^{gr},50$), sous la peau d'un animal (un cochon d'Inde, par exemple), le chloral y détermine une vive irritation d'abord, puis une inflammation assez rapide, une infiltration purulente plus ou moins étendue, finalement des escharres gangréneuses.

» 2° Introduit aux mêmes doses dans l'estomac d'un animal (chien, lapin, cochon d'Inde), le chloral donne lieu à des manifestations qui témoignent de phénomènes très-douloureux, paraissant avoir pour siége le tube digestif : l'examen nécropsique montre, en effet, l'existence d'une injection et d'une phlogose très-vives dans la muqueuse de l'estomac et des intestins.

» Ces accidents prennent un caractère d'intensité proportionnel aux doses employées.

» 3° Administré à l'homme, dans l'état physiologique, aux doses progressives de 1 gramme, $1^{gr},50$ et 2 grammes par jour, le chloral détermine, surtout le second et le troisième jour, une sensation excessivement douloureuse au creux épigastrique, de très-vives coliques, un état nauséeux et lipothymique, avec sueurs profuses. C'est sur moi-même que cet essai a été fait, et je n'ai pas cru devoir pousser plus loin l'expérience. »

M. A. Landrin adresse une « Note sur la valeur toxique de la coralline jaune ». Les expériences de l'auteur le conduisent à conclure que la coralline jaune, comme la coralline rouge ou péonine, même à doses élevées, n'est pas toxique, et qu'on peut l'employer aux usages industriels.

M. Petrequin adresse, par l'entremise de *M. Larrey*, des « Vues nouvelles sur la composition chimique du *cérumen*, suivies de recherches expérimentales sur la physiologie comparée du cérumen ». La série des mammifères qui ont été soumis à l'examen a présenté trois variétés de cérumen; dans la première, le cérumen est à base de potasse (par exemple chez l'homme, le

bœuf, etc.); dans la deuxième, il est à base de chaux (chez le chien); dans la troisième, il est à base de magnésie (chez le cheval).

M. A. Petit adresse une Note « sur les sucres du melon ». D'après l'auteur, l'écorce du melon ne renferme que du glucose; la chair du melon encore vert ne contient également que du glucose, et le sucre de canne qui s'y développe pendant la maturation devient bientôt égal, puis supérieur au glucose. Enfin, l'analyse semblerait indiquer que la production du sucre de canne commence dans la partie la plus acide du melon, c'est-à-dire dans le jus qui entoure les semences.

A 3 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Minéralogie, par l'organe de son doyen M. Delafosse, présente la liste suivante de candidats à la place vacante dans son sein, en remplacement de *M. d'Archiac:*

En première ligne.	M. Des Cloizeaux.
En deuxième ligne, ex æquo, *et par ordre alphabétique.* . . .	M. Delesse. M. Hébert.
En troisième ligne.	M. Fouqué.
En quatrième ligne.	M. Hautefeuille.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures.

D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 2 novembre 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

L'art naval à l'Exposition universelle de Paris en 1867, augmenté des derniers perfectionnements et inventions maritimes jusqu'en 1869; par M. le Vice-Amiral Pâris. Paris, 1869; grand in-8° avec atlas in-folio.

Asie-Mineure. Description physique de cette contrée; par M. O. de

TCHIHATCHEFF. *Paléontologie; par* MM. A. D'ARCHIAC, P. FISCHER *et* E. DE VERNEUIL. Paris, 1866-1869; 1 vol. grand in-8°.

Leçons sur la physiologie comparée de la respiration professées au Muséum d'Histoire naturelle; par M. P. BERT. Paris, 1870; in-8° avec figures.

Notice sur les titres et travaux scientifiques de M. P. BERT, novembre 1869. Paris, 1869; in-4°.

Société impériale d'Agriculture, Sciences naturelles et Arts utiles de Lyon. Rapport de la Commission des soies sur ses opérations de l'année 1869; *par* M. P. EYMARD, secrétaire perpétuel. Lyon, 1869; grand in-8°.

Histoire de l'isthme de Suez; par M. O. RITT. Paris, 1869; in-8°.

Mémoire sur l'insalubrité des poêles en fonte; par M. le Dr CARRET. Chambéry, 1869; in-8°.

Étude sur le terrain carbonifère de la Loire, et examen de quelques points de l'exploitation houillère; par M. H. DE SIMONY. Bruxelles, 1869; br. in-8°.

Les Merveilles de la science; par M. L. FIGUIER, 35e série. Paris, 1869; grand in-8° avec figures.

Du choléra. Signe certain pour le reconnaître; sa non-contagion, sa guérison; par M. RÉZARD DE WOUVES. Paris, 1868; in-8°. (Adressé par l'auteur au concours Bréant, 1870.)

Théorie pratique de la perspective. Étude à l'usage des artistes peintres; par M. V. PELLEGRIN. Paris, 1870; in-12 relié.

Matériaux pour la paléontologie suisse, publiés par M. F.-J. PICTET. *Mémoires sur les animaux vertébrés trouvés dans le terrain sidérolithique du canton de Vaud et appartenant à la faune éocène. Supplément; par* M. F.-J. PICTET *et* A. HUMBERT. Genève et Bâle, 1869; in-4° avec planches.

Intorno... *Remarques sur les nombres des modules des équations ou des courbes algébriques d'un genre donné; par* MM. F. CASORATI *et* L. CREMONA. Milan, 1869; opuscule in-8°. (Présenté par M. Chasles.)

Sulla... *Sur la transformation des courbes hyperelliptiques; par* M. L. CREMONA. Milan, 1869; in-8°. (Présenté par M. Chasles.)

Uber... *Sur le système des fonctions à plusieurs variables; par* M. L. KRONECKER. Berlin, 1869; br. in-8°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 8 novembre 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

Mémoires de l'Académie royale de Médecine de Belgique, 1er fascicule, t. V. Bruxelles, 1869; in-4°.

Mémoires d'Agriculture, d'Économie rurale et domestique, publiés par la Société impériale et centrale d'Agriculture de France, année 1867. Paris, 1869; in-8°.

Mémoires de l'Académie impériale de Metz, XLIX[e] année, 1867-1868, 2[e] série, XVI[e] année : *Lettres, Sciences, Arts et Agriculture,* 1[re] et 2[e] parties. Metz, 1868; 2 vol. in-8°.

Statistique internationale de l'Europe. Plan adopté par les délégués officiels des différents États, dans la septième session du Congrès international tenu à la Haye en 1869; *par* Ad. QUETELET. Bruxelles, 1869; opuscule in-8°.

La truffe. Étude des conditions générales de la production truffière; par M. Ad. CHATIN. Paris, 1869; in-12.

Les jetées de Port-Saïd et leur ensablement, Mémoire par M. le Comm. Alexandre CIALDI, *traduit par* M. G. BARLOCCI. Rome, 1869; in-8°. (Présenté par M. de Tessan.)

Le coup de foudre de l'île du Rhin près Strasbourg (13 juillet 1869); *par* M. F. HUGUENY. Strasbourg; br. in-4°. (Extrait des *Mémoires de la Société des Sciences naturelles de Strasbourg.*)

Société impériale havraise d'Études diverses. Procès-verbaux des séances. Séance du 9 *juillet* 1869. Le Havre, 1869, in-8°.

Transactions... *Transactions de la Société clinique de Londres*, t. II. Londres, 1869; in-8° relié.

The... *Pathologie et thérapeutique des maladies mentales; par* M. J.-L.-C. SCHROEDER VAN DER KOLK, *traduit de l'allemand par* M. J.-T. RUDALL. Melbourne, 1869; br. in-8°.

Abhandlungen... *Mémoires de Statistique mathématique; par* M. G. ZEUNER. Leipzig, 1869; in-8° avec figures et tableaux. (Cet ouvrage sera soumis à l'examen de M. Bienaymé.)

Bidrag... *Contributions au service de la Statistique officielle, publiées par le Bureau central;* A : *Statistique de la population*, IX[e] série, année 1867. Stockholm, 1868; in-4°.

Proceedings... *Procès-verbaux de la Société mathématique de Londres,* n[os] 18 et 19. Londres, 1869; 2 br. in-8°.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS D'OCTOBRE 1869.

Annales de Chimie et de Physique; novembre 1869; in-8°.

Annales de l'Agriculture française; 15 et 30 septembre 1869; in-8°.

Annales de l'Observatoire Météorologique de Bruxelles; n° 9, 1869; in-4°.

Annales des Conducteurs des Ponts et Chaussées; août 1869; in-8°.

Annales du Génie civil; septembre et octobre 1869; in-8°.

Annales industrielles; nos 20 et 21, 1869; in-4°.

Bibliothèque universelle et Revue suisse; n° 142, 1869; in-8°.

Bulletin de l'Académie impériale de Médecine; nos des 30 septembre et 15 octobre 1869; in-8°.

Bulletin de la Société de Géographie; août et septembre 1869; in-8°.

Bulletin de la Société française de Photographie; octobre 1869; in-8°.

Bulletin de la Société Géologique de France; feuilles 13 à 24, 1869; in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse; octobre 1869; in-8°.

Bulletin des séances de la Société impériale et centrale d'Agriculture de France; nos 8 à 10, 1869; in-8°.

Bulletin général de Thérapeutique; 15 et 30 octobre 1869; in-8°.

Bulletin hebdomadaire du Journal de l'Agriculture; nos 41 à 44, 1869; in-8°.

Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche et fisiche; avril et mai 1869; in-4°.

Bullettino meteorologico dell' Osservatorio di Palermo; nos 7 et 8; 1869; in-4°.

Catalogue des Brevets d'invention; n° 4, 1869; in-8°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences; nos 14 à 17, 2e semestre 1869; in-4°.

Cosmos; nos des 2, 9, 16, 23, 30 octobre 1869; in-8°.

Correspondance slave; nos des 2, 6, 9, 13, 16, 20, 23, 27, 30 octobre 1869; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; nos 117 à 128, 1869; in-4°.

Gazette médicale de Paris; nos 41 à 44, 1869; in-4°.

Il Nuovo Cimento... *Journal de Physique, de Chimie et d'Histoire naturelle;* septembre 1869; in-8°.

Journal d'Agriculture pratique; nos 40 à 43, 1869; in-8°.

Journal de Chimie médicale, de Pharmacie et de Toxicologie; octobre 1869; in-8°.

Journal de l'Agriculture; nos 78 et 79, 1869; in-8°.

Journal de la Société impériale et centrale d'Horticulture; septembre 1869; in-8°.

Journal de l'Éclairage au Gaz; n° 14, 1869; in-4°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées; août 1869; in-4°.

Journal de Médecine de l'Ouest; 30 septembre 1869; in-8°.

Journal de Médecine vétérinaire militaire; août 1869; in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; octobre 1869; in-8°.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; n°s 28 à 30, 1869; in-8°.

Journal des Fabricants de Sucre; n°s 26 à 30, 1869; in-fol.

Kaiserliche... *Académie impériale des Sciences de Vienne;* n° 20, 1869; in-8°.

L'Abeille médicale; n°s 41 à 44, 1869; in-4°.

L'Aéronaute; octobre 1869; in-8°.

L'Art dentaire; octobre 1869; in-8°.

L'Art médical; octobre 1869; in-8°.

La Santé publique; n°s 38 à 41, 1869; in-4°.

Le Gaz; n° 9, 1869; in-4°.

Le Moniteur de la Photographie; n°s 14 et 15, 1869; in-4°.

Le Mouvement médical; n°s 41 à 44, 1869; in-4°.

Les Mondes; n^os^ des 7, 21, 28 octobre 1869; in-8°.

L'Imprimerie; n° 69, 1869; in-4°.

Marseille médical, n° 10, 1869; in-8°.

Magasin pittoresque; octobre 1869; in-4°.

Matériaux pour l'histoire positive et philosophique de l'homme; juillet et août 1869; in-8°.

Monthly... *Notices mensuelles de la Société royale d'Astronomie de Londres;* n° 9, 1869; in-8°.

Montpellier médical... Journal mensuel de Médecine; octobre 1869; in-8°.

Nouvelles Annales de Mathématiques; octobre 1869; in-8°.

Nouvelles météorologiques, publiées par la Société météorologique; n° 10, 1869; in-8°.

Observatoire météorologique de Montsouris; Bulletins du 1er au 31 octobre 1869; in-4°.

Répertoire de Pharmacie; octobre 1869; in-8°.

Revue des Cours scientifiques; n°s 45 à 48, 1869; in-4°.

Revue des Eaux et Forêts; octobre 1869; in-8°.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; n°s 20 et 21, 1869; in-8°.

Revue hebdomadaire de Chimie scientifique et industrielle; n°s 48 à 51, 1869; in-8°.

Revue médicale de Toulouse; octobre 1869; in-8°.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 NOVEMBRE 1869.

PRÉSIDENCE DE M. CLAUDE BERNARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. Serret, en présentant à l'Académie le tome IV des *Œuvres de Lagrange*, qu'il publie au nom de l'État, s'exprime comme il suit :

« J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie un exemplaire du tome IV des *OEuvres de Lagrange*.

» Ce volume, en tête duquel figure le remarquable portrait de l'illustre Auteur, dû à notre confrère M. Martinet, de l'Académie des Beaux-Arts, renferme vingt Mémoires dont voici les titres :

Sur les intégrales particulières des équations différentielles;
Sur le mouvement des nœuds des orbites planétaires;
Recherches sur les suites récurrentes dont les termes varient de plusieurs manières différentes, ou sur l'Intégration des équations linéaires aux différences finies et partielles; et sur l'usage de ces équations dans la Théorie des hasards;
Sur l'altération des moyens mouvements des Planètes;
Solutions de quelques Problèmes d'Astronomie sphérique par le moyen des séries;
Sur l'usage des fractions continues dans le Calcul intégral;
Solution algébrique d'un Problème de Géométrie;
Recherches sur la détermination du nombre des racines imaginaires dans les équations littérales;
Sur quelques Problèmes de l'Analyse de Diophante;

Remarques générales sur le mouvement de plusieurs corps qui s'attirent mutuellement en raison inverse des carrés des distances;
Réflexions sur l'échappement;
Sur le Problème de la détermination des orbites des Comètes d'après trois observations (premier, deuxième et troisième Mémoire);
Sur la Théorie des lunettes;
Sur une manière particulière d'exprimer le temps dans les sections coniques, décrites par des forces tendantes au foyer et réciproquement proportionnelles aux carrés des distances;
Sur différentes questions d'Analyse relatives à la Théorie des intégrales particulières;
Sur la construction des Cartes géographiques (premier et second Mémoire);
Mémoire sur la Théorie du mouvement des fluides.

» Le tome V, dont l'impression se poursuit activement, paraîtra dans le courant de l'année 1870; il comprendra les derniers Mémoires publiés par Lagrange dans les Recueils de l'Académie Royale de Berlin, Mémoires qui se rapportent, pour la plupart, à l'Astronomie. »

PHYSIQUE. — *Recherches sur les effets lumineux qui résultent de l'action de la lumière sur les corps.* Cinquième Mémoire : *Réfrangibilité des rayons actifs; par* **M. Edm. Becquerel** (1).

« Les corps phosphorescents sont rendus actifs par des rayons de diverse réfrangibilité, et l'on sait qu'il n'y a aucune relation entre la longueur d'onde des rayons actifs et celle des rayons émis. Cependant la longueur d'onde de ces derniers rayons est au moins égale et presque toujours supérieure à celle des rayons actifs, c'est-à-dire que, si un corps est impressionné par des rayons bleus, par exemple, il pourra bien émettre des rayons moins réfrangibles que les rayons bleus, mais non pas d'une réfrangibilité plus grande; cette loi paraît générale pour tous les phénomènes de phosphorescence (2).

» Les effets produits par les divers rayons du spectre solaire sur les sulfures alcalino-terreux mettent nettement ce phénomène en évidence. En outre, l'étude de l'action des différents rayons réfrangibles sur ces matières qui présentent une si grande persistance dans l'impression exercée par la lumière conduit aux conclusions suivantes :

---

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait reproduite en entier au *Compte rendu*.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LV, p. 58.— E. Becquerel, *La Lumière, ses causes et ses effets*, t. I, p. 302; 1867.

» 1° Les rayons les plus réfrangibles, et principalement ceux qui sont au delà du violet, sont, en général, les plus actifs;

» 2° Les différentes parties du spectre solaire sont inégalement actives;

» 3° Certaines substances peuvent présenter des nuances diverses suivant les régions excitatrices du spectre, comme certaines préparations de sulfure de baryum et de calcium en offrent des exemples (1);

» 4° Les rayons les moins réfrangibles, depuis le bleu jusque bien au delà de la partie infra-rouge, agissent d'une manière spéciale en éteignant les corps phosphorescents (2), et l'on a vu le parti que l'on peut tirer de ces effets pour l'étude de la région infra-rouge, dans laquelle les appareils thermométriques avaient été jusque-là les seuls instruments investigateurs.

» Ces derniers effets ne tiennent pas à ce que les rayons les moins réfrangibles détruisent purement et simplement l'effet des rayons les plus réfrangibles; ces rayons agissent à la manière de la chaleur, et ramènent la substance à son état initial en lui faisant émettre la somme de lumière qu'elle aurait émise plus lentement à l'obscurité. Les rayons les moins réfrangibles ne sont donc pas originairement excitateurs, mais ils peuvent rendre temporairement actives les substances préalablement excitées; après, ils n'exercent plus d'action. Ainsi l'extinction qu'ils produisent n'est due qu'à une émission lumineuse de plus courte durée que celle qui a lieu dans les conditions ordinaires après l'action des rayons les plus réfrangibles.

» Mais ces effets si curieux ont-ils lieu avec les substances à courte persistance et qui ne sont visibles que dans le phosphoroscope, comme l'alumine, le diamant, les carbonates terreux, etc.? Avec quelques-unes de ces substances peut-on reconnaître ces différents genres d'action? Telles sont les questions que je me suis proposé de résoudre et qui font l'objet de ce travail.

» J'ai dû renoncer à l'emploi d'un phosphoroscope de petite dimension, qui ne peut permettre que d'étudier successivement, avec le même fragment d'un corps, les différents rayons d'un spectre lumineux: j'ai fait usage d'un phosphoroscope dont le diamètre de la boîte était de 20 centimètres et dont les ouvertures avaient 4 centimètres de largeur sur 6 centimètres de hauteur. On pouvait donc recevoir dans l'intérieur de la boîte un petit

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LV, p. 58. — E. BECQUEREL, *La Lumière*, t. I, p. 302; 1867.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXII, p. 344. — *Comptes rendus*, t. LXIII, p. 143. — *La Lumière*, t. I, p. 144.

spectre ou une étendue déterminée d'un spectre très-intense, de façon à étudier simultanément les effets produits par différents rayons. J'ai placé au milieu de la partie fixe du phosphoroscope, et entre les disques mobiles, un petit cadre en carton portant une lame de mica de 6 centimètres de hauteur sur 4 centimètres de largeur, et sur le mica, au moyen d'un pinceau, on a étendu une très-légère solution de gomme arabique; en projetant alors, à l'aide d'un tamis très-petit, la matière phosphorescente que l'on veut étudier et qui est réduite en poudre, celle-ci adhère au mica, et après dessiccation, on a une surface très-homogène sur laquelle on peut projeter un spectre. Le mouvement des disques du phosphoroscope fait alors apparaître la poussière lumineuse dans les points où se trouvent des rayons actifs, et l'on voit l'image par transparence du côté opposé à celui où sont dirigés les rayons du spectre.

» Quand on veut agir très-vivement, on concentre sur la feuille de mica, au moyen d'une lentille, un spectre solaire très-intense qui ait au plus 4 centimètres de longueur sur 3 ou 4 millimètres de largeur; si la fente de l'ouverture du volet de la chambre obscure qui reçoit la lumière de l'héliostat est étroite, ce spectre se présente avec ses principales raies noires.

» Le mica incolore est une substance très-peu et pour ainsi dire point active, de sorte que la lumière perçue par l'observateur provient seulement de la substance qui adhère à sa surface. Quand il s'agit d'une matière très-lumineuse, on peut, au lieu de mica, se servir simplement d'une plaque de verre très-mince, et l'action propre du verre n'intervient alors que fort peu dans l'effet observé.

» Examinons d'abord les effets produits sur une couche de sulfure alcalino-terreux très-impressionnable (sulfure de calcium ou de strontium). Il est nécessaire, dans l'observation de ces phénomènes, pour saisir les moindres traces de lumière, de se placer dans une obscurité complète et d'éliminer toute lumière diffuse. On interpose pour cela entre le prisme et le phosphoroscope, un grand écran percé d'une ouverture correspondante à celle de ce dernier appareil.

» Lorsque la couche de sulfure fixée par la gomme est mince, on voit également bien l'action persistante par transparence qu'on la verrait dans les conditions ordinaires du côté de la lumière incidente; mais l'intensité lumineuse reste la même, au lieu d'être décroissante comme dans ce dernier cas. Seulement on remarque, quand on met en mouvement la roue du phosphoroscope, d'abord lentement, puis plus ou moins rapidement, que la partie rendue lumineuse par les rayons actifs, pour un mouvement

relativement lent de l'appareil, atteint presque aussitôt une intensité maximum et n'augmente plus avec la vitesse de rotation (1).

» Ce fait se présente avec tous les corps à longue persistance et auxquels il suffit d'une impression de courte durée pour être excités; en effet, avec ces corps, pour un mouvement quelconque de l'appareil, la surface conservant la même intensité, l'observateur ne voit l'image que par l'intermédiaire d'un écran mobile pourvu d'ouvertures, et ne reçoit pas toute la lumière émise; de sorte que cette intensité est diminuée dans le rapport de la grandeur des ouvertures à celle des parties pleines, c'est-à-dire à peu près dans le rapport de 1 à 4.

» Ce mode d'observation, pour les corps à longue persistance, ne donne pas une intensité lumineuse aussi vive qu'en projetant simplement un spectre sur la surface sensible et en regardant, immédiatement après, cette surface dans l'obscurité; mais si l'intensité lumineuse est moindre, elle reste la même pendant la durée de l'observation au lieu d'être décroissante. On observe ainsi quelles sont les parties actives du spectre solaire, et quels sont les points où se trouvent les maxima d'intensité, ainsi que les effets décrits antérieurement. Quant aux raies noires, on ne les distingue pas; il est nécessaire, comme je l'ai expliqué, d'une dilatation plus grande du spectre (2).

» Il était important de s'assurer si cette méthode permettait de mettre en évidence l'action des rayons infra-rouges; mais comme la couche de sulfure placée dans le phosphoroscope devait être préalablement impressionnée par des rayons très-réfrangibles ou par la lumière solaire directe, l'action devant être continue, il était nécessaire de faire tomber simultanément sur toute la surface impressionnable la lumière directe d'un faisceau de rayons solaires, ainsi que sur une certaine étendue de cette même surface un petit spectre solaire très-concentré. Un miroir convenablement disposé a permis d'atteindre ce but. En opérant ainsi et en modérant l'intensité des rayons solaires directs, afin que l'illumination totale qui résulte de leur action ne masquât pas les effets que l'on voulait observer, j'ai vu que la partie la moins réfrangible du spectre ainsi que la partie infra-rouge ont paru toujours plus lumineuses que le fond de la surface, et comme le présentait la portion éclairée par les rayons ultra-violets.

» Cette illumination continue dans la portion infra-rouge, quelle que

---

(1) *Voir*, pour l'explication de ce fait, *la Lumière*, t. I, p. 250.

(2) *La Lumière*, t. I, p. 313.

soit la vitesse de rotation du phosphoroscope, a montré que l'action des rayons les moins réfrangibles s'est jointe à celle des rayons solaires directs, pour rendre la surface lumineuse, et aucune extinction ne s'est manifestée. Il s'est donc produit le même effet que celui que j'avais déjà reconnu sur une surface sensible à longue persistance ou à grande capacité de phosphorescence et préalablement impressionnée, quand on examine la portion frappée par les rayons les moins réfrangibles du spectre solaire, immédiatement après l'action de ceux-ci et avant l'extinction qui se manifeste quelques instants après; cette partie paraît plus lumineuse que le fond (1). Ces rayons agissent comme la chaleur en faisant émettre, dans un temps très-court, la somme de lumière qui serait émise lentement dans l'obscurité.

» Ce nouveau mode d'observation à l'aide du phosphoroscope, ne donne donc pas, avec les sulfures alcalino-terreux, d'autres effets que ceux observés par les procédés ordinaires après une impression très-courte de la lumière, mais il rend le phénomène continu; en même temps, comme je l'ai expliqué plus haut, l'intensité lumineuse totale est diminuée dans la proportion de l'étendue des parties pleines aux parties vides des disques rotatifs.

» Il n'en est pas de même en se servant d'une lame de mica recouverte de blende hexagonale phosphorescente, telle que l'a préparée M. Sidot (2). Cette matière, dont la persistance est moindre que celle des matières précédentes mais qui est très-lumineuse dans les premiers instants, présente, dans le phosphoroscope, une sorte de passage entre les sulfures alcalino-terreux et les corps à courte persistance dont on parlera ci-après. Les effets sont un peu différents, suivant que l'on se sert de cristaux blancs qui entourent les préparations, ou de la partie centrale des petites masses de blende phosphorescente qui ont une teinte propre légèrement verdâtre, comme les sels d'uranium.

» Les cristaux blancs sont à peine lumineux hors du phosphoroscope; mais, dans cet instrument, ils donnent une belle teinte bleue; lorsqu'ils sont fixés à l'état de poudre sur la lame de mica située au milieu de cet appareil, la partie de l'image du spectre solaire qui s'illumine lors du mouvement de rotation des disques s'étend entre les raies noires G et P du spectre solaire; la teinte générale est bleue, mais aux extrémités de l'image

---

(1) *Voir* les ouvrages cités plus haut.

(2) *La Lumière*, t. I, p. 240. — *Comptes rendus*, t. LXII, p. 142, et t. LXIII, p. 188.

vers P et vers G, apparaît une faible teinte verdâtre, et même dans cette dernière région cette teinte se prolonge jusque près de F.

» Les cristaux verts, dans les mêmes conditions, donnent une image lumineuse qui présente trois parties distinctes : d'abord une première partie verte, très-intense, située entre le milieu de l'espace FG, et allant jusqu'en H ; puis la teinte tourne au bleu vers H et se prolonge jusqu'en O ; enfin de O à P, on retrouve une partie lumineuse verte. On doit remarquer que la partie verte du milieu de F à G jusqu'en H est à plus longue persistance que la région bleue et que celle-ci est seulement visible quand le phosphoroscope tourne rapidement. Cette partie bleue correspond à celle qui exerce la même action sur les cristaux blancs, mais s'étend sur un espace moins long. J'ai déjà signalé ce fait antérieurement, mais sans l'analyser comme je le fais ici (1).

» On voit qu'avec cette préparation, des rayons de couleur différente et inégalement persistants sont émis par l'influence de parties différentes du spectre.

» Voilà ce qui se passe avec les rayons les plus réfrangibles. Mais, d'après le procédé indiqué plus haut, si l'on fait tomber simultanément sur la surface recouverte de cristaux verts, et placée dans le phosphoroscope, la portion la moins réfrangible du spectre, ainsi que des rayons solaires directs dont on règle l'intensité, on voit se dessiner en noir, sur le fond plus lumineux, la région la moins réfrangible, c'est-à-dire la partie comprise depuis F jusque bien en deçà de A ; alors des bandes, dont l'une d'elles est bien manifeste, apparaissent dans la région infra-rouge. Ces bandes sont lumineuses comme le fond de la surface en dehors du spectre et se distinguent des parties voisines plus sombres dans lesquelles l'action des rayons solaires directs est détruite par celle de la partie infra-rouge ; ce résultat tient à ce qu'elles correspondent à des bandes où ne se trouvent pas des rayons actifs du genre de ceux dont on étudie l'action, et à ce que les rayons solaires directs rendent seuls alors lumineuse cette portion de la surface impressionnable. Cela revient à dire que l'on rend permanent le phénomène qui n'apparaissait que d'une manière temporaire en opérant comme je l'avais indiqué antérieurement. Ainsi, dans les circonstances de ces expériences, les sulfures alcalino-terreux employés n'ont pas eu le temps d'émettre toute la lumière qu'ils étaient capables de donner, et cela pendant la durée du passage d'un intervalle vide à un intervalle plein de la roue mobile du phosphoroscope,

(1) *Comptes rendus*, t. LXIII, p. 143. — *La Lumière*, t. I, p. 144.

tandis que ces conditions ont été remplies au moyen de la blende hexagonale.

» Ces bandes ou larges raies dépendent-elles seulement de la nature de la matière impressionnable ou bien sont-elles la continuation des raies noires du spectre dans cette région qui n'avait pu être explorée jusqu'ici qu'à l'aide des thermomètres ou des piles thermo-électriques? C'est ce qu'on ne pourra décider que lorsque d'autres corps auront permis de comparer les effets obtenus avec ceux que présente la matière précédente. Cependant j'ai déjà fait remarquer la coïncidence de position de la plus large de ces bandes avec celle dont MM. Fizeau et Foucault ont signalé l'existence bien au delà du rouge au moyen d'appareils thermométriques, coïncidence qui permet de supposer que ce nouveau mode d'investigation fait apparaître les principales bandes ou raies du spectre infra-rouge jusqu'à la limite où les effets de phosphorescence sont encore appréciables.

» Si, aux sulfures alcalino-terreux et à la blende hexagonale, on substitue, dans le phosphoroscope, des matières comme l'alumine, le diamant, les sels d'uranium, etc., ces substances étant réduites en poudre et rendues adhérentes aux lames de mica, on peut reconnaître aisément, en se servant seulement d'un petit spectre solaire très-concentré, quelles sont les limites des rayons actifs, bien mieux qu'en promenant dans les rayons du spectre un fragment de ces matières placées dans le phosphoroscope ordinaire. On ne peut plus, en éclairant simultanément ces substances avec la partie infra-rouge et les rayons solaires directs, mettre en évidence la différence d'action des rayons les moins réfrangibles et les plus réfrangibles, comme cela a lieu avec les substances précédentes, et la partie infra-rouge ne m'a pas paru se distinguer des espaces environnants: il est possible que cela tienne au peu de persistance des effets et à ce que, même par ce mode d'expérimentation, on ne puisse distinguer pendant un temps aussi court que celui du passage d'un intervalle vide à un intervalle plein de la roue du phosphoroscope la différence du mode d'action de ces rayons; peut-être aussi qu'entre d'autres limites d'intensité on obtiendrait un résultat différent, car les rayons lumineux agissent à peu près de la même manière sur tous les corps, si l'on n'a pas égard à l'intensité, à la durée et à la réfrangibilité des rayons émis; mais jusqu'ici je n'ai pu opérer dans des conditions permettant de mettre en évidence ce genre d'effets sur ces corps.

» Les rayons les plus réfrangibles donnent au contraire des actions très-nettes et montrent que les corps à courte persistance présentent entre eux des différences aussi grandes que celles observées avec les différents sul-

fures alcalino-terreux, du moins quant aux espaces inégalement distribués dans le spectre solaire où ils deviennent actifs.

» L'alumine calcinée, le corindon ou le rubis, dont l'action est la même et qui donnent une émission de lumière rouge de même composition, quelle que soit la réfrangibilité des rayons actifs, présentent deux images spectrales de même nuance rouge : la première prend brusquement vers D, un peu en deçà, puis s'étend jusque près de F, à $\frac{1}{6}$ de la distance de F à D environ; la deuxième commence entre F et G et s'étend jusqu'en H; celle-ci est moins vive que la première. Ainsi il y a deux maxima d'action correspondants à ces deux images, le deuxième étant plus faible que le premier, et entre eux, comme au delà, aucun effet n'est appréciable.

» Le carbonate de chaux, spath d'Islande, surtout les variétés equiaxes (1) qui sont très-brillantes, donnent trois espaces lumineux orangés de même nuance. Le premier est compris entre D et F, les limites étant à peu près à $\frac{1}{8}$ de la distance DF vers chaque extrémité. Le deuxième, très-faible en intensité, prend au milieu de FG et va jusqu'au $\frac{1}{4}$ de la distance GH. Enfin, le troisième commence près de ce dernier espace, au milieu de la distance GH et cesse en H; il a une teinte plus vive que le deuxième, mais moindre que celle du premier. Ainsi, comme intensités lumineuses, l'ordre est 1, 3, 2, et, comme longueur d'image, le premier espace et le deuxième, ayant à peu près même étendue, le troisième est plus de moitié moindre en longueur que les deux autres.

» Des expériences faites avec du phosphate de chaux très-sensible ont paru donner des étendues actives analogues. Ainsi, comme le montrent les sulfures alcalino-terreux, la base du composé chimique impressionnable paraît imprimer son caractère spécifique à l'étendue des espaces actifs, de même qu'elle tend à donner à ces corps le pouvoir d'émettre des rayons de même réfrangibilité.

» L'hydrate de potasse fondu, qui donne par phosphorescence une belle lumière blanche très-légèrement verdâtre, a été coulé en couche mince entre deux lames de verre. Dans le phosphoroscope, avec un spectre peu étendu et très-intense, on n'a eu qu'une seule image continue allant de D à H avec le maximum de lumière vers F. La teinte qui est blanche verdâtre presque partout passe à l'orangé en s'approchant de D. Ainsi, cette

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LVII, p. 73. — *La Lumière*, t. I, p. 334.

matière peut donner une émission de rayons orangés si elle est excitée par des rayons dont la réfrangibilité est celle de D, et entre D et F, des nuances intermédiaires entre l'orangé et le blanc verdâtre, puis une teinte blanc-verdâtre sous l'influence des rayons plus réfrangibles. On explique donc aisément les changements de nuance de l'hydrate de potasse en faisant varier la réfrangibilité des rayons actifs (1).

» Un petit diamant très-lumineux jaunâtre, mis en poudre et étendu sur une lame de mica, n'a donné qu'une action faible et qui n'a paru former qu'une seule image lumineuse. Cependant le diamant qui, suivant les échantillons, donne des nuances diverses bleues, vertes, jaunes et orangées, présente habituellement deux nuances dominantes, le jaune orangé et le bleu; et, comme je l'ai montré, cette dernière a, en général, une persistance moindre; mais je n'ai pas eu assez de matière pour reconnaître si ces teintes étaient produites par des parties différentes du spectre solaire. Je reviendrai, du reste, sur les effets produits avec ce corps.

» Avec l'azotate d'uranium, on voit une seule image verte de F à P, mais dont la partie comprise de F à H est beaucoup plus vive. La portion comprise de H en P a une plus faible intensité, et, dans chacun de ces deux espaces, l'intensité paraît à peu près uniforme, sauf aux deux extrémités.

» Je me borne à ces exemples, qui montrent que les corps impressionnables à courte persistance, comme les corps à longue persistance, conduisent aux conséquences suivantes : 1° les rayons différemment réfrangibles agissent d'une manière différente suivant chaque corps ; 2° il peut y avoir dans le spectre des espaces actifs séparés par d'autres qui ne le sont pas; 3° selon les régions du spectre, la lumière émise par les corps, en vertu de leur action propre, peut cependant être de teinte différente, suivant la longueur d'onde des rayons actifs, quoique la couleur de la lumière émise soit indépendante de celle de ces derniers, et sans qu'il y ait aucune relation nécessaire entre elles.

» M. Lallemand (2), dans plusieurs Notes adressées à l'Académie à propos de phénomènes d'illumination observés dans les corps transparents liquides ou solides en transmettant au travers de leur masse un faisceau de lumière polarisée et en étudiant les effets observés perpendiculairement au plan de polarisation du faisceau transmis, a indiqué un moyen

---

(1) *La Lumière*, t. I, p. 373.

(2) *Comptes rendus :* juillet 1869, t. LXIX, p. 189 et 284; octobre 1869, t. LXIX, p. 917.

de faire apparaître la lumière émise par ces corps en vertu de leur action propre. Il est certainement important que l'on puisse étudier par des méthodes très-diverses ces phénomènes qui sont liés d'une manière si intime à la constitution moléculaire des corps, surtout dans les liquides qui présentent des effets de phosphorescence à très-courte persistance et qui jusqu'ici, dans les conditions ordinaires, ne peuvent être vus dans le phosphoroscope. Cependant il faudrait que toute trace de lumière diffuse fût éliminée, et en outre je dois faire remarquer que ce mode d'expérimentation exige une certaine intensité dans les effets pour que ceux-ci puissent être observés; car M. Lallemand a indiqué certains verres comme n'ayant pas présenté d'action, et a cité le spath d'Islande comme n'ayant rien offert, tandis que je n'ai pas trouvé d'échantillons de ces substances qui ne fussent lumineux dans le phosphoroscope. Il y a de grandes différences dans l'intensité de la lumière émise par chacun d'entre eux; mais ils donnent tous une émission de lumière par action propre après l'influence du rayonnement lumineux, et j'ajouterai même que j'ai constaté pour certains corps comme le spath d'Islande, le corindon, etc., que la composition de la lumière émise ne dépend que de la nature de la matière.

D'après M. Lallemand, dans les effets de phosphorescence que j'ai observés il se produirait une illumination générale excitée dans toute la masse, et qui ne serait pas plus vive sur le trajet de rayons qu'en tout autre point. Mais ce n'est pas ce qui a lieu, et il n'y a aucune différence sous ce rapport entre les divers corps phosphorescents transparents; ce n'est que dans le cas où les matières sont translucides ou opaques, que, par diffusion, les parties éclairées impressionnent les régions voisines et que l'illumination se propage au delà des points frappés par la lumière (1).

» Je ferai remarquer en terminant ce travail, qu'il y aurait intérêt à étudier les effets de phosphorescence produits par les différents rayons réfrangibles émanés de sources lumineuses artificielles ou naturelles. Ces effets, ainsi que les actions chimiques produites par le rayonnement, n'exigent que de très-faibles intensités pour être observés, tandis que les actions calorifiques sont relativement beaucoup moins sensibles aux instruments qui servent à les percevoir; de sorte que l'impression de rayons émanés de sources qui sont à peu près inactives par rapport aux appareils thermométriques, comme la lune et les astres, donnent des effets de phosphorescence

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LV, p. 108. — *La Lumière*, t. Ier, p. 405.

bien manifestes, de même qu'ils produisent des réactions chimiques assez énergiques. Je compte diriger des recherches dans cette voie. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Note sur les explosions des bolides et sur les chutes d'aérolithes qui les accompagnent; par* **M. Delaunay.**

« L'explication si nette et si précise de l'incandescence des bolides, donnée par M. Regnault (page 793 de ce volume), explication dont l'idée fondamentale avait déjà été émise, il y a près de soixante ans, par Benzenberg (1), me paraît pouvoir être facilement complétée en ce qui concerne les explosions de ces météores et les chutes de pierres qui en sont souvent la suite.

» Les particularités qu'il s'agit surtout d'expliquer sont : 1° la violence des explosions qui, bien que produites dans des parties élevées et peu denses de l'atmosphère, se font entendre fortement sur la terre et dans une grande étendue de pays; 2° la vitesse relativement faible avec laquelle les fragments des bolides arrivent sur la terre, si on la compare à la vitesse énorme avec laquelle ces bolides se meuvent à travers l'atmosphère; 3° la croûte noire et mince qui recouvre ces fragments *en totalité*, et qui indique que chacun d'eux a été soumis sur toute sa surface à une chaleur très-forte et de très-courte durée, *après sa séparation* du reste du bolide auquel il appartenait.

» Voici comment je crois qu'on peut s'en rendre compte.

» La compression énorme de l'air qu'un bolide refoule devant lui, en vertu de la grande vitesse dont il est animé, ne peut se produire sans que cet air réagisse sur la partie antérieure de la surface du bolide, et exerce sur elle une pression considérable. En partant de données qui sont très-loin d'être exagérées, M. Haidinger, dans un Mémoire lu à l'Académie des Sciences de Vienne, le 14 mars 1861, évaluait à plus de vingt-deux atmosphères la pression résistante que ce bolide doit éprouver de la part de l'air. Une pareille pression tend évidemment à écraser le corps qui en est l'objet; et si ce corps, en vertu de sa forme et de sa constitution intime plus ou moins irrégulières, présente des parties qui donnent plus de prise

(1) Benzenberg dit : « L'incandescence des globes de feu peut être le résultat, soit d'une *combustion*, bien qu'il soit difficile de l'admettre dans un air si raréfié, soit du *frottement*, comme on le croit généralement. Je pense qu'elle est plutôt due à la *compression* de l'air, de même que dans nos briquets, d'invention récente, où l'air produit du feu par le seul fait de la compression. » (*Brief geschrieben auf einer Reise durch die Schweiz in jahre* 1810, von J.-F. Benzenberg; Düsseldorf, 1811.)

que le reste à l'action d'une aussi grande pression, elles peuvent céder et se détacher brusquement de la masse du bolide. On comprend d'ailleurs que l'échauffement rapide et tout superficiel du mobile, depuis son entrée dans l'atmosphère, en occasionnant des dilatations dans les couches voisines de la surface, tandis que le reste de la masse n'éprouve rien de pareil, doit amener des tiraillements intérieurs qui facilitent singulièrement la rupture dont nous venons de parler.

» Dès qu'un fragment du bolide est ainsi détaché et devient un corps isolé, sa masse se trouvant trop petite pour qu'il continue à résister par lui-même, comme le bolide tout entier, à la pression dont il est l'objet, il cède à l'action de cette pression et est repoussé en arrière par l'air comprimé, qui, en même temps, se dilate en raison de la facilité qui lui en est ainsi partiellement offerte. Il se produit là des circonstances absolument pareilles à celles qui se présentent dans nos bouches à feu, où une masse considérable de gaz, développée par l'inflammation presque instantanée de la poudre, se détend en repoussant le projectile solide qui fait obstacle à son expansion ; puis, dès qu'elle atteint l'orifice de la bouche à feu, se répand rapidement et avec fracas dans l'atmosphère, en lançant en même temps le projectile avec une grande vitesse.

» Ainsi s'explique tout naturellement l'explosion si intense du bolide. Divers fragments de ce corps peuvent d'ailleurs être détachés en même temps, ou presque en même temps, en différents points de sa masse; ces fragments eux-mêmes peuvent également être brisés, et même quelquefois comme pulvérisés, en raison de leur forme et de leur peu de consistance, par la violence d'expansion du gaz qui les a séparés du reste du bolide : d'où les explosions multiples et plus ou moins prolongées que l'on entend si souvent lors de l'apparition des bolides.

» Lancées, comme nous venons de le dire, par l'expansion de l'air comprimé, et cela en sens contraire du mouvement qu'elles partageaient quelques instants auparavant avec le reste de la masse du bolide, ces parties fragmentaires perdent à peu près complétement la vitesse considérable dont elles étaient animées; et elles arrivent à la surface de la terre avec des vitesses tres-grandes encore, il est vrai, mais qui ne sont guère que les vitesses de chute de corps tombant d'une grande hauteur dans l'atmosphère.

» Enfin, l'air comprimé, et très-fortement échauffé, qui a amené par sa pression résistante la rupture partielle du bolide, et qui s'échappe rapidement par les brèches qu'il s'est ainsi ouvertes, enveloppe complétement en

se dilatant les divers fragments qu'il a détachés, et produit par son contact instantané cet échauffement et cette fusion superficiels qui se manifestent par la croûte noire et mince des aérolithes et par leur chaleur si peu persistante au moment de leur chute. »

« **M. le Général Morin**, à l'occasion de la Communication faite par M. Delaunay, croit devoir rappeler que le fait de la compression de l'air, par des corps qui le traversent à grandes vitesses, était, depuis longtemps, connu de l'artillerie. Dans les polygones, dont le sol est généralement à peu près horizontal, on remarque toujours en avant des bouches à feu de campagne et jusqu'à une certaine distance, que la poussière est enlevée, projetée à droite et à gauche, par l'action de l'air comprimé, à la détente duquel s'oppose le voisinage du sol. Il en résulte aussi que, dans le tir en terrain horizontal, les portées sont plus grandes que quand les bouches à feu tirent au-dessus d'un vallon ou d'un ravin.

» Les anciens canonniers expliquaient cet effet, qu'ils avaient remarqué, en disant, que *vallée attire le boulet*, tandis que c'est, au contraire, l'obstacle opposé par le terrain horizontal à la détente de l'air qui relève le tir.

» Lorsque le tir a lieu parallèlement à un mur vertical et à peu de distance de sa paroi, si le mur est à droite, le projectile est dévié à gauche du plan du tir, et réciproquement.

» Cette compression de l'air, en avant des corps qui le traversent, dépend de la vitesse de leur mouvement, et, dans ses recherches sur la résistance de ce fluide exécutées à Metz en 1837 et 1838, M. le Général Didion, en observant la loi du mouvement de descente dans l'air, de corps de diverses formes, abandonnés à leur propre poids, à l'aide d'appareils chronométriques à style, d'une extrême précision, avait reconnu et démontré que dans la période d'accélération de ce mouvement, l'expression de la résistance de ce milieu doit comprendre, outre un terme constant et un terme proportionnel au carré de la vitesse, un troisième terme proportionnel à l'accélération, et dont l'existence est évidemment due à la compression de l'air qui forme en avant du corps la proue fluide signalée, par Dubuat, dans le cas des liquides. »

M. H. Sainte-Claire Deville, en présentant à l'Académie un travail de *M. von Baumhauer* sur les pétroles, s'exprime comme il suit :

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie, de la part du savant Secrétaire perpétuel de la célèbre Société des Sciences de Harlem, M. von Baumhauer,

un travail très-intéressant et très-complet sur les pétroles des îles Néerlandaises de la mer des Indes. M. von Baumhauer conclut à l'importance qu'il y aurait d'exploiter ces sources nombreuses de combustibles pour l'éclairage et le chauffage des machines à vapeur.

» Je profiterai de cette circonstance pour annoncer que quelques fautes de copie se sont glissées dans les nombres que j'ai publiés dans divers Mémoires des *Comptes rendus*. Ces erreurs portent sur les coefficients de dilatation. Quand on voudra consulter mon Mémoire, je prierai le lecteur de prendre les densités à zéro D_0, à t degrés $D_t, \ldots$, et de calculer les coefficients de dilatation au moyen de la formule suivante, où k représente le coefficient :

$$k = \frac{D_0 - D_t}{t D_t}. \text{ »}$$

M. **Combes** présente à l'Académie un « Deuxième Mémoire sur l'application de la Théorie mécanique de la chaleur aux machines locomotives, dans la marche à contre-vapeur ».

M. **Alph. de Candolle** adresse à l'Académie un nouveau volume du « Prodromus systematis naturalis Regni vegetabilis (pars XVI, sectio prior) ».

M. **le Secrétaire perpétuel** signale les principales familles auxquelles est consacré le nouveau volume de cette importante publication.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre pour la Section de Minéralogie et Géologie, en remplacement de *M. d'Archiac*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 47,

M. Des Cloizeaux	obtient	40	suffrages.
M. Delesse	»	4	»
M. Hébert	»	3	»

M. **Des Cloizeaux**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation de l'Empereur.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Quelques faits observés sur le sucre interverti; par* **M. E.-J. MAUMENÉ.**

(Commissaires : MM. Chevreul, Fremy, Decaisne.)

« La véritable nature du sucre interverti ne paraît pas encore bien connue. M. Dubrunfaut le considère comme formé de moitié glucose et moitié lévulose. J'ai observé divers faits contraires à cette opinion.

» Voici d'abord comment je prépare du sucre interverti pur. Après avoir lavé du sucre candi parfaitement incolore avec de l'éther et de l'alcool absolu, successivement, j'ai fait dissoudre la poussière, que je tenais alors pour purifiée, dans quatre à cinq fois son poids d'eau distillée très-pure. Dans la solution, je verse un seul centimètre cube d'acide chlorhydrique fumant, qui suffit pour produire l'inversion de 1 kilogramme (et probablement de beaucoup plus encore), et je soumets le liquide à la température du bain-marie pendant trois ou quatre heures, jusqu'à ce qu'on observe un commencement de coloration. L'inversion est alors complète, comme on peut s'en assurer au saccharimètre. Pour enlever l'acide chlorhydrique, j'ajoute le poids nécessaire d'oxyde d'argent, avec un petit excès de 5 ou 6 milligrammes; je sépare le chlorure par le filtre, et, dans le liquide filtré, j'enlève la petite quantité d'argent dissoute, par l'addition de quelques gouttes d'hydrogène sulfuré; on filtre une seconde fois, et l'on n'a plus qu'à faire évaporer au bain-marie pour obtenir une masse un peu blonde de sucre interverti parfaitement pur.

» Le sucre interverti préparé de cette manière ne tarde pas à offrir des cristaux de glucose, et à ressembler de la manière la plus complète à du miel blond ou à du sucre de raisin obtenu par l'évaporation du jus de raisin *purifié*. Il est neutre, d'une saveur extrêmement agréable, soluble sans aucun résidu quelconque, et me paraît représenter l'*espèce* dans toute sa pureté.

» Voici maintenant ce qui arrive quand on cherche à analyser ce sucre par le moyen du sel ordinaire. On sait avec quelle facilité le glucose peut être uni au chlorure de sodium, avec lequel il donne des cristaux magnifiques dont M. Calloud a fait la découverte. J'ai pensé qu'on pourrait ainsi produire la séparation du glucose et du lévulose, au moins approximative-

ment, et j'ai mêlé soigneusement du sucre interverti avec la quantité convenable de chlorure pour le convertir tout entier en glucosate et lévulosate, supposés de même composition.

» La solution de sucre interverti et de sel a été évaporée d'abord au bain-marie, puis dans le vide par l'action de l'acide sulfurique (quelquefois dans l'air séché par cet acide). On obtient ainsi, en peu de temps, des cristallisations parfaitement belles, et une eau mère assez fluide malgré l'action prolongée de l'acide dessiccateur. Les cristaux peuvent être égouttés sous une cloche d'air sec, et privés exactement des dernières parties d'eau mère, en les tenant plusieurs jours sur des plaques de biscuits ou des fragments de vases poreux des piles.

» En examinant attentivement toutes les circonstances de cette analyse, je suis porté à la considérer comme exacte. Le glucose me paraît être séparé en entier du lévulose qui forme l'eau mère, et dont on ne peut tirer ni cristaux de lévulosate, ni cristaux de sel, même en tenant cette eau pendant plusieurs mois dans le vide sec.

» Or, si cette analyse est exacte, elle conduit à une composition bien différente de celle que M. Dubrunfaut attribue au sucre interverti. La quantité totale du glucosate parfaitement cristallisé n'a jamais dépassé ni manqué d'atteindre 155 grammes, avec le sucre interverti résultant de 1000 grammes de sucre ordinaire; et ces nombres correspondent à

140,6 gr	Glucose, $C^{12}H^{14}O^{14}$	ou	12,14
1017,3	Lévulose		87,86
1157,9	Sucre interverti		100,00

» Peut-être désirera-t-on savoir que la composition du glucosate obtenu est bien celle des cristaux dont l'analyse a été faite antérieurement : je n'ai pas manqué de me poser cette question, et j'ai mis tous mes soins à la résoudre, car il faut dans ces études pousser les précautions jusqu'à l'extrême.

» Le glucosate de chlorure de sodium extrait du sucre interverti paraît, au premier abord, absolument identique à celui qu'on obtient avec le glucose de diabète; mais une étude attentive m'a fait découvrir une différence remarquable entre les deux composés, remarquable en ce sens qu'elle est le premier exemple fourni par le pouvoir rotatoire d'une différence de structure moléculaire, entre deux corps d'une même composition chimique et d'une forme cristalline identique.

» Le glucosate provenant du sucre interverti contient très-exactement

13,3 pour 100 de chlorure, comme celui qui provient du sucre de diabète. Je l'ai constaté dans plusieurs analyses dont je crois inutile de citer les détails.

» D'un autre côté, la forme cristalline a été jugée identique non-seulement par moi, mais par deux hommes des plus compétents, M. H. Sainte-Claire Deville et le regretté M. de Senarmont, qui ont bien voulu examiner les premiers cristaux que je leur ai soumis en 1856. M. H. Sainte-Claire Deville, à qui je suis heureux d'exprimer une fois de plus mes remercîments, m'écrivait : « Leur forme primitive peut s'identifier » à la forme connue : ce qu'il suffit de rappeler pour ne laisser à cet égard aucun doute.

» Cependant les cristaux tirés du sucre interverti ne sont pas absolument identiques, malgré leur identité de composition et leur *identité de forme primitive*, avec les cristaux tirés du sucre de diabète. Voici en quoi consiste la différence.

» On sait que les cristaux tirés du sucre de diabète ont reproduit le curieux phénomène de la *déversion* rotatoire (1) observé par M. Dubrunfaut sur le glucose pur. Une solution de glucosate tiré du sucre de diabète peut, en sept heures, offrir la *déversion*, ou diminution de près de moitié du pouvoir rotatoire. Ce phénomène se retrouve dans les cristaux du sucre interverti, mais avec cette différence que la *déversion* s'effectue en une heure quarante-cinq minutes au lieu d'exiger sept heures, et cela quel que soit l'état de concentration de la solution mise en expérience. J'ai fait deux solutions :

» L'une de $16^{gr},36$ de glucosate dans 100 centimètres cubes d'eau ; le volume était 112 centimètres cubes et la densité 103,89;

» L'autre de $9^{gr},178$ de glucosate dans $100^{gr},062$ d'eau; le volume était $100^{cc},75$ et la densité 103,46.

» La première solution, faite avec les *cristaux entiers*, a été observée seulement un quart d'heure après la mise dans l'eau; la seconde, faite avec une *poussière fine*, n'a pas été plus de cinq minutes à s'effectuer et permettre l'observation. Voici les résultats :

---

(1) Je ne vois pas de mot plus simple.

16gr,36.	
°	h m
104	4.00 (?)
84	30
77	35
70	40
66	45
63	50
62	55
61	5.00
60	5
59	15
58	40
58 le lendemain.	

9gr,178.	
°	h m
70	2.35
63	50
55,5	3. 5
49	20
43,5	35
41	50
39,5	4. 5
38	20
36	35
36 le lendemain.	

» Ainsi, dans les deux cas, la vitesse de la *déversion* est la même et égale à près de moitié en une heure quarante-cinq minutes.

» Elle est donc bien réellement très-différente de celle que présente le glucosate du sucre de diabète, qui emploie sept heures, et ne peut s'expliquer que par une liaison immédiate entre le pouvoir rotatoire et la forme particulière, la *combinaison cristallographique* de l'échantillon examiné. Les cristaux tirés du sucre interverti « peuvent s'identifier » avec ceux du diabète; mais, s'ils ont la même *forme primitive*, ils n'offrent pas la même *combinaison*, et cela suffirait pour annoncer une structure moléculaire différente, ce qui est bien vraisemblable, mais n'avait pas encore été signalé.

» J'ajouterai que l'analyse du sucre interverti peut encore être tentée par un autre moyen dont je n'ai pas parlé en premier lieu, parce qu'il paraîtra sans doute moins sûr encore que le précédent : je veux parler de la séparation immédiate du glucose et du lévulose par un corps poreux.

» Si l'on étend le sucre interverti (aussi desséché que possible, à 100 degrés) sur une plaque de biscuit, en quelques jours toute la partie liquide est absorbée, et le glucose solide reste sur la plaque. La séparation est si nette, le glucose paraît si blanc et si bien conservé dans l'état de cristallisation qui lui est ordinaire, qu'il semble être resté tout entier sur la plaque et n'avoir laissé dans celle-ci que du lévulose pur. Je sais combien il est difficile d'admettre une séparation complète entre deux corps de même formule; mais ce que je puis dire, c'est que la quantité de glucose obtenue par ce moyen correspond exactement à celle que le chlorure de sodium permet de séparer. Elle est toujours un peu inférieure à $\frac{1}{7}$ de la quantité de liquide sirupeux absorbé par la plaque.

» Je saisirai cette occasion d'ajouter deux faits :

» 1° Le glucosate de NaCl soumis à l'action de la chaleur n'éprouve aucune altération avant 140 à 145 degrés. Il fond alors, et un peu plus tard devient bulleux, exhale l'odeur de caramel et perd de l'eau pure. Maintenu à 180 degrés, il perd 16 équivalents d'eau sur les 26 qu'il renferme. Il faut ensuite le chauffer à 240 degrés pour lui faire perdre 2 autres équivalents, et le réduire en NaCl et $C^{12}H^{4}O^{4}$, c'est-à-dire en *caramelin*. (Voir *Comptes rendus*, t. XXXIX, p. 422.)

» 2° Le sucre interverti conservé un certain temps présente quelques propriétés qui, je crois, n'ont pas été signalées.

» Quand il a cristallisé, il offre une rotation à droite, ainsi que nous l'a appris Mitscherlich; mais j'ai observé qu'il offre en outre la *déversion* comme du glucose pur : c'est au moins ce que présente du sucre interverti préparé en 1856. Non-seulement il la présente dans son état ordinaire (avec tout son glucose cristallisé), mais on ne le ramène pas à l'état lévogyre en le faisant fondre au bain-marie. Voici les résultats obtenus avec deux solutions; la première, de 16gr,35 de sucre inverti (conservé depuis près de quatorze ans) mis au volume de 100 centimètres cubes et observé immédiatement sans filtration; la seconde, de 16gr,35 du même sucre chauffé au bain-marie pendant dix minutes, dissous, mêlé avec 5 grammes de noir lavé, filtré et examiné après cinquante minutes.

Sucre interverti.		Le même, liquéfié.	
25°	à 4h.15m	11°	à 3h.25m
20	à 40	8,5	à 40
12	à 5.40	8	à 50
3 le lendemain.		6	à 4.25
		2	à 5.30
		2 le lendemain.	
		2 après huit jours.	

» La solution portée à l'ébullition (feu nu) ne change pas de degré. S'il revient ainsi peu à peu à l'état lévogyre indiqué par Biot, ce n'est qu'avec une excessive lenteur. »

GÉOLOGIE. — *Sur les lignites inférieurs de l'argile plastique du bassin parisien.* Mémoire de M. **Gaston Planté**, présenté par M. Ch. Sainte-Claire Deville. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Ch. Sainte-Claire Deville, Daubrée, de Verneuil.)

« On sait, depuis les travaux de M. Ch. d'Orbigny, que l'argile plastique proprement dite est placée entre deux assises de fausses glaises con-

tenant, l'une et l'autre, des *lignites*, des sables et des corps organisés (1).

» L'assise des lignites *inférieurs* s'est trouvée mise à nu, cette année, sur une assez grande épaisseur, dans une carrière creusée sur les flancs de la colline dite *les Brillants, aux Moulineaux*, près Meudon. La tranchée faite il y a quelques mois, mais aujourd'hui modifiée par des éboulements, permettait de voir, en commençant par la partie supérieure : 1° les assises inférieures du calcaire grossier, sableuses et glauconifères, de 3 mètres d'épaisseur; 2° une couche d'argile plastique gris-ardoisé de 4 mètres, avec une veine noire *lignitifère* à la partie supérieure : cette veine correspond à l'assise des *lignites supérieurs*, plus développée à Grenelle, Issy et Vaugirard, mais dépourvue d'ossements fossiles; 3° un lit d'argile rouge-marbré de $2^m,50$ à 3 mètres; 4° une couche d'argile très-noire sur certains points, brune sur d'autres, et renfermant des *lignites*, des veines d'hydrate d'oxyde de fer, de gypse cristallisé, des empreintes végétales et des ossements disséminés : l'épaisseur totale de cette couche était de $2^m,50$ environ; 5° à la base de la tranchée, le conglomérat proprement dit, se distinguant des argiles qui le recouvrent par sa nature sablonneuse, sa couleur jaune, et renfermant un grand nombre d'ossements roulés et brisés.

» Dans la couche d'argile à *lignites* reposant au-dessus de ce conglomérat, j'ai recueilli les pièces suivantes, dont M. Albert Gaudry a bien voulu faire l'étude anatomique :

» 1° Une branche de la mâchoire inférieure d'un Crocodile, qui paraît se rapporter au *Crocodilus depressifrons*, de Blainv. (2). Grâce à la bienveillance de M. le professeur Paul Gervais, nous avons pu comparer cette pièce, au Muséum d'Histoire naturelle, avec celles qui ont été trouvées par M. Graves dans les lignites du Soissonnais. La nôtre indique un individu un peu moins grand, et les dents qui s'y trouvent fixées sont un peu plus aplaties. Elle a une longueur de $0^m,36$, et porte cinq dents en place; neuf autres sont indiquées par leurs alvéoles remplies d'argile.

» 2° Un fémur et une autre portion de mâchoire de moindre dimension provenant d'un individu de même espèce;

» 3° Une vertèbre qui est, selon M. Gaudry, l'axis d'un Mammifère dont la taille pouvait être à peu près celle du *Coryphodon*, et que l'on serait naturellement disposé à rapporter à cette espèce déjà connue dans l'étage

---

(1) *Bulletin de la Société Géologique*, 1re série, t. VII, p. 290; 1836.

(2) Appelé aussi *Cr. Becquereli*, gray, les premiers débris en ayant été découverts autrefois par M. Becquerel dans les lignites d'Auteuil.

en question; cependant son apophyse odontoïde est plus allongée qu'elle ne l'est, en général, dans les pachydermes, et rappelle, à cet égard, le type des carnassiers;

» 4° Une autre vertèbre paraissant appartenir au même Mammifère que la précédente;

» 5° Une pièce qui se distingue de toutes les autres, en ce que le tissu osseux est entièrement transformé en gypse, en petits cristaux, et rappelle tout à fait, par cette pseudomorphose, le tibia d'Oiseau que j'avais recueilli, il y a une quinzaine d'années, dans la même assise (2). C'est l'extrémité inférieure d'un os long qui ressemble à un humérus de Mammifère dont la crête deltoïdienne descendrait très-bas. Mais sa détermination est difficile, attendu que l'épiphyse manque.

» Dans toute l'étendue de la couche à lignites, de $2^m,50$ d'épaisseur, se trouvaient disséminés de nombreux coprolithes de Crocodile, dont quelques-uns, recueillis avec leur gangue d'argile, peuvent donner une idée exacte du gisement des fossiles précédents.

» Le conglomérat proprement dit m'a fourni cinq dents isolées de Crocodile, quatre de Mammifères, de nombreuses pièces de Tortue trionyx et d'Émyde, des écailles de Poissons ganoïdes (*Lepidosteus*), et, en général, tous les fossiles signalés par MM. Ch. d'Orbigny et Hébert dans cette assise remarquable.

» Parmi les dents de Mammifères, M. Gaudry a remarqué une incisive de Coryphodon, une avant-dernière molaire inférieure de la *Palœonictis gigantea*, espèce trouvée par M. Graves dans les lignites du Soissonnais, et enfin une dent qui semble être une quatrième prémolaire supérieure droite d'un pachyderme extrêmement petit d'une espèce inconnue. M. Gaudry trouve que c'est avec les dents du *Pachynolophus* que cette pièce montre le plus de rapports; les lobes sont très-couchés sur la face externe; sur la face interne, il n'y a que le lobe postérieur qui soit bien marqué; il tend vers le type transverse; le lobe antérieur présente une très-légère crête qui marque une disposition vers la forme en croissant. Cette petite dent est triangulaire et tout entourée d'un bourrelet; elle n'a que 5 millimètres dans sa plus grande largeur.

» Je dois ajouter, à l'appui du gisement des fossiles énumérés ci-dessus, qu'il n'y avait dans la tranchée d'où ils proviennent aucune excavation ancienne ou récente, aucune fissure ayant pu les faire tomber des couches su-

(1) *Comptes rendus*, 1855, t. XL, p. 554, 579 et 616.

périeures. Ils appartiennent donc bien aux *lignites inférieurs* à l'argile plastique proprement dite, et présentent, comme on vient de le voir, les plus grandes ressemblances avec les fossiles qui ont été recueillis dans les *lignites du Soissonnais*. De nouvelles recherches dans ce terrain contribueront, sans doute, à confirmer ces analogies, ou à enrichir, d'autres espèces, la faune des premières assises du bassin parisien. »

M. **Croullebois** adresse, de Clermont-Ferrand, une Note « sur un théorème d'électrodynamique et sur l'explication d'un phénomène d'électricité ».

Ce théorème est le suivant : Deux cylindres électrodynamiques ou solénoïdes ayant même longueur et même axe, traversés par des courants inverses, forment un système astatique et n'exercent aucune action extérieure, électrodynamique ou électromagnétique, quand les intensités de leurs courants sont en raison inverse de leurs diamètres. L'auteur indique diverses vérifications expérimentales de cet énoncé ; il montre ensuite comment le théorème donne l'explication d'un phénomène qui avait été signalé par de Haldat comme une objection à la théorie d'Ampère. Ce phénomène consiste en ce qu'un tube de fer doux ou d'acier ne s'aimante pas sous l'influence du courant électrique, quand la spirale magnétisante est à l'intérieur du tube.

(Commissaires : MM. Becquerel, Edm. Becquerel, Jamin.)

M. **Méray** adresse de Nice un Mémoire sur « l'ozone ou oxygène électrisé, comme cause déterminante du choléra asiatique ».

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. P. **Levers** adresse un Mémoire concernant le choléra et diverses autres maladies.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Directeur du Jardin impérial de botanique de Saint-Pétersbourg** adresse un exemplaire des livraisons I à IV du « Sertum Petropolitanum » que le Jardin vient de publier.

La Société des Arts et des Sciences de l'ile Maurice adresse, par l'intermédiaire de M. le Ministre de l'Instruction publique, un exemplaire du tome III de la nouvelle série de ses *Transactions*.

M. De la Roche-Poncié prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place de Membre du Bureau des Longitudes, qui est devenue vacante par le décès de *M. Darondeau*.

Cette demande sera transmise à la Commission qui sera chargée de préparer une liste de candidats.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Corrrespondance :

1° Le « Résumé météorologique de l'année 1868 pour Genève et le grand Saint-Bernard », par *M. E. Plantamour;*

2° Les onze premières livraisons d'un ouvrage qui a pour titre : « Les fonds de la mer; étude sur les particularités des nouvelles régions sous-marines », par *MM. Berchon*, *de Folin*, *Périer*.

« **M. Milne Edwards** présente des Notes sur les travaux suivants, faits dans son laboratoire au Muséum d'Histoire naturelle :

« 1° *Observations sur les glandes nasales des oiseaux*, par **M. Jobert.** L'appareil sécréteur qui recouvre la plus grande partie de la région frontale des oiseaux, et qui débouche dans les fosses nasales, est plus complexe qu'on ne le supposait. Il se compose de deux paires de glandes accolées entre elles, mais bien distinctes organiquement, et ayant chacune un canal excréteur particulier; ces deux conduits marchent d'abord à côté l'un de l'autre, mais dans les fosses nasales leur trajet devient très différent, et leurs orifices sont très-éloignés entre eux. L'auteur décrit la structure de ces glandes et leurs rapports anatomiques.

» 2° *Note sur la respiration chez les nymphes des Libellules*, par **M. Oustalet.** L'auteur donne une description fort détaillée de toutes les parties du système trachéen de ces animaux, et fait connaître le mode de terminaison des tubes aérifères dans les feuilles branchiales qui garnissent à l'intérieur les parois de l'intestin rectum. Les trachées constituent dans ces appendices respiratoires une multitude de tubes capillaires disposés en anses, mode de terminaison qui n'avait pas encore été constaté.

» 3° *Observations sur les glandes salivaires chez le Fourmilier tamandua*, par **M. Joannès Chatin**. L'auteur a découvert chez ce mammifère une troisième paire de glandes sous-maxillaires, ayant, comme les autres, des conduits excréteurs particuliers. Il présente l'histoire anatomique de l'ensemble de cet appareil salivaire.

» 4° *Etudes zoologiques sur les Hémiones et quelques autres espèces chevalines*, par **M. George**. L'auteur, après avoir étudié les caractères ostéologiques des espèces asiatiques du genre *Equus*, développe les considérations en raison desquelles il réunit en un seul et même groupe spécifique l'*Hémippe* de M. Isidore Geoffroy Saint-Hilaire (ou Hémione d'Aristote), le *Ghour-Khur* du Cutch (ou *E. onager* de M. Gray), le *Dshiggetei* (ou Hémione de Pallas) et le *Kiang* du Thibet. Il montre aussi, anatomiquement, que l'Hémippe n'est pas, comme le pensait le prince Charles Bonaparte, une simple variété de l'*Equus onager* proprement dit. »

ASTRONOMIE. — *Observation photographique de l'éclipse totale de Soleil du 7 août 1869, faite à Burlington, Iowa (États-Unis d'Amérique), par* **M. Alfred Mayer**. [Extrait d'une Lettre à M. Delaunay (1).]

« J'ai l'honneur de vous adresser neuf photographies de l'éclipse totale de Soleil du 7 août 1869, que je vous prie de vouloir bien offrir de ma part à l'Académie ainsi qu'un exemplaire du Rapport sur cette éclipse, que j'ai dû rédiger comme chef de la station photographique établie à Burlington.

» Cette station était éloignée d'environ 7 milles au nord de la ligne centrale de l'ombre de la Lune; sa latitude est $40° 48' 21'',8$ nord, et sa longitude $0^h 56^m 13^s,88$ à l'ouest de l'Observatoire de Washington.

» On a fait usage d'une lunette de Merz et Mahler, de Munich, ayant 6,42 pouces d'ouverture et 9 pieds de distance focale; l'image du Soleil, dans la chambre obscure, avait 2,04 pouces de diamètre; cette image était traversée par celle d'un réticule formé de deux fils rectangulaires, dont l'un était parallèle et l'autre perpendiculaire à la direction de l'équateur céleste.

» Pour les photographies prises avant ou après la phase de totalité de l'éclipse, l'ouverture de l'objectif a été réduite, par un diaphragme, à n'avoir

(1) La Lettre de M. A. Mayer est datée du 27 septembre 1869. Mon absence de Paris est la cause du retard qu'a éprouvé la communication de cette Lettre à l'Académie. (Ch. D.)

que 2 pouces de diamètre, et la durée de l'exposition de la plaque de collodion aux rayons du Soleil a été de $\frac{1}{500}$ de seconde. Pendant l'éclipse totale, on a conservé l'ouverture entière de l'objectif, et le collodion a été exposé à l'action des rayons lumineux pendant cinq ou sept secondes.

» Quarante et une photographies parfaites ont été obtenues pendant l'éclipse; cinq de ces photographies correspondent à la phase de totalité, dont la durée a été de deux minutes quarante-deux secondes.

» Les neuf photographies que je vous envoie se rapportent, les unes (n°s 4, 19, 21) au temps qui a précédé la totalité; d'autres sont les cinq obtenues pendant la totalité (n°s 23, 24, 25, 26 et 27), et enfin la dernière (n° 35) au temps qui a suivi la totalité. Les n°s 23 et 24 résultent d'une exposition de cinq secondes à l'action des rayons lumineux; les n°s 25, 26 et 27 ont été obtenus par une exposition de sept secondes.

» La photographie n° 4, prise deux secondes huit dixièmes après qu'on eut *observé* le premier contact, montre une dépression du limbe solaire au point où ce contact a eu lieu, avec l'indication très-prononcée d'une haute montagne de la Lune qui fait saillie vers l'intérieur du Soleil. Un de nos astronomes qui a observé l'éclipse avec une grande habileté à Sioux-City, Iowa, a obtenu le moment du premier contact en voyant ce pic montagneux entrer sur le limbe du Soleil, avant que ce contact ait réellement eu lieu par le contour de la surface générale de la Lune. Vous verrez avec quelle netteté sont reproduites deux grandes taches du Soleil, une dans le quadrant sud-ouest, l'autre dans le quadrant nord-est; la dernière est entourée par de très-larges facules, et l'une de ces facules semble jetée comme un pont sur la tache qu'elle divise en deux portions.

» J'appellerai aussi votre attention sur la gradation de lumière qui se montre sur le disque du Soleil, du bord vers l'intérieur; sur les facules, sur les montagnes du limbe de la Lune, et sur la bordure brillante, qui rappelle l'aurore du jour et qui s'étend sur une largeur de 18 secondes le long du limbe de la Lune (M. de la Rue l'avait déjà obtenue en 1860).

» Quant aux protubérances solaires qu'on voit sur les photographies obtenues pendant la totalité, je vous signalerai celle qui se montre au bord est du Soleil et qui a l'apparence d'un aigle aux ailes déployées, posé sur le tronc d'un arbre qui penche vers le nord. La forme de cet objet suggère l'idée d'un vaste et passager tourbillon de flammes. J'ai examiné avec soin les photographies successives sur lesquelles on l'aperçoit, mais je n'ai pas pu y découvrir d'une manière certaine l'indication d'un mouvement sensible pendant la durée de la totalité.

» Mon Rapport se termine par des observations sur l'application de la photographie à la détermination des instants des contacts, dans l'observation des passages de Vénus sur le Soleil en 1874 et en 1882 ».

ANALYSE. — *Mémoire sur l'équation aux différences partielles du quatrième ordre $\Delta\Delta u = 0$ et sur l'équilibre d'élasticité d'un corps solide; par* **M. Ém. Mathieu.** (Extrait par l'Auteur.)

« On connaît aujourd'hui beaucoup de théorèmes généraux concernant le potentiel v d'une masse quelconque, qui sont dus surtout à Laplace, Poisson, Green, Gauss et M. Chasles. Ce potentiel satisfait en dehors de cette masse à l'équation

$$\Delta v = 0 \quad \text{ou} \quad \frac{d^2 v}{dx^2} + \frac{d^2 v}{dy^2} + \frac{d^2 v}{dz^2} = 0,$$

x, y, z étant les trois coordonnées rectangulaires du point auquel se rapporte le potentiel.

» Je me propose de montrer, dans ce Mémoire, qu'il existe de même des théorèmes généraux sur la fonction u qui, dans un certain espace, satisfait à l'équation aux différences partielles du quatrième ordre

$$\Delta\Delta u = 0,$$

ou

$$\frac{d^4 u}{dx^4} + \frac{d^4 u}{dy^4} + \frac{d^4 u}{dz^4} + 2\frac{d^4 u}{dy^2 dz^2} + 2\frac{d^4 u}{dz^2 dx^2} + 2\frac{d^4 u}{dx^2 dy^2} = 0.$$

» Cette équation est très-intéressante à étudier, car elle se rencontre dans l'étude de l'équilibre d'élasticité d'un corps solide homogène et dont l'élasticité est la même dans tous les sens.

» Nous appellerons *second potentiel* la fonction

$$w = \int r\,dm,$$

dm étant l'élément d'une masse m, et r la distance de cet élément à un point (x, y, z), et quand nous voudrons distinguer cette fonction de

$$v = \int \frac{dm}{r},$$

qu'on appelle simplement *potentiel*, nous désignerons v sous le nom de *premier potentiel*. Les dérivées de w par rapport à x, y, z sont les composantes suivant les trois axes de coordonnées d'une attraction d'après laquelle

deux molécules s'attireraient suivant la droite qui les joint, mais indépendamment de la distance.

» Cela posé, nous avons reconnu et démontré rigoureusement les théorèmes suivants :

» *Théorème I.* — Il existe toujours une couche de matière, et une seule, distribuée sur la surface σ, et dont le second potentiel a une valeur donnée en chaque point de cette surface.

» *Théorème II.* — Toute fonction u qui satisfait à l'intérieur de la surface σ à l'équation $\Delta\Delta u = 0$ et qui varie d'une manière continue avec ses dérivées des trois premiers ordres est la somme du premier potentiel d'une couche qui recouvre la surface σ et du second potentiel d'une autre couche mise sur la même surface.

» *Théorème III.* — Il existe une fonction, et une seule, qui satisfait à l'équation $\Delta\Delta u = 0$ dans l'intérieur de la surface σ, qui est assujettie aux conditions précédentes de continuité, et dont la valeur est donnée à la surface ainsi que celle de $\frac{du}{dx}$, dx étant l'élément de normale à la surface.

» *Théorème IV.* — Le même que le précédent, dans lequel seulement on se donne, à la surface, Δu au lieu de $\frac{du}{dx}$.

» Le deuxième théorème est le plus important, car il donne l'intégrale générale de l'équation aux différences partielles, intégrale dans laquelle les densités des deux couches sont deux fonctions continues quelconques des coordonnées de la surface σ.

» Il existe une proposition analogue sur la solution de l'équation $\Delta\Delta u = 0$ en dehors d'une surface fermée. Quoiqu'elle soit moins importante, et que son énoncé soit un peu plus compliqué, elle mérite cependant d'être remarquée, et elle peut s'énoncer ainsi :

» *Théorème V.* — Si une fonction satisfait partout, à l'extérieur de la surface σ, à l'équation $\Delta\Delta u = 0$, qu'elle soit continue avec ses dérivées des trois premiers ordres, et que, de plus, elle soit de la forme

$$\mathrm{AR} + \mathrm{B}\cos\theta + \mathrm{C}\sin\theta\cos\psi + \mathrm{D}\sin\theta\sin\psi,$$

A, B, C, D étant des constantes, et R, θ, ψ le rayon, la colatitude et la longitude du point (x, y, z), par rapport à un point fixe intérieur, quand on suppose R très-grand, cette fonction est alors la somme du premier et du second potentiel de deux couches qui recouvrent la surface σ.

» Ce théorème peut aussi s'étendre à l'espace situé en dehors de plusieurs surfaces fermées.

» Il convient d'étudier à part le cas particulier où les deux équations

$$\Delta v = 0, \quad \Delta\Delta u = 0$$

ne contiennent que les deux coordonnées rectangulaires x et y. La seconde équation se réduit alors à

$$(a) \qquad \frac{d^4u}{dx^4} + 2\frac{d^4u}{dx^2dy^2} + 2\frac{d^4u}{dy^4} = 0;$$

et u peut représenter le déplacement normal d'un point quelconque d'une plaque qui n'est sollicitée par des forces que sur son contour.

» Soient $d\omega$ l'élément d'une masse plane ω, et r la distance de cet élément à un point (x, y); nous appellerons, dans ce cas, *premier* et *second potentiel* les fonctions

$$v = \int \log r\, d\omega, \quad w = \int\int r^2\left(\log r - \frac{1}{2}\right) d\omega,$$

et on aura pour ces deux fonctions des théorèmes semblables à ceux qui les régissent quand il y a trois dimensions. Ainsi, on a par exemple les propositions suivantes :

» 1° Toute fonction qui satisfait à l'équation (a) dans l'intérieur de la courbe s, et qui y est continue avec ses dérivés des trois premiers ordres, est la somme du premier potentiel d'une couche qui recouvre la courbe s et du second potentiel d'une autre couche mise sur le même contour.

» 2° Il existe une fonction, et une seule, qui satisfait à l'équation (a) dans l'intérieur de la courbe s, qui est assujettie aux conditions précédentes de continuité, et pour laquelle u, Δu, ou u, $\frac{du}{dx}$ ont des valeurs données sur la courbe s.

» Nous montrons, en terminant ce Mémoire, comment tous ces théorèmes peuvent servir à intégrer l'équation

$$\Delta\Delta u = 0,$$

en satisfaisant à des conditions aux limites. »

SÉRICICULTURE. — *De l'influence du froid de l'hiver sur le développement de l'embryon du ver à soie, et sur l'éclosion de la graine; par* **M. E. Duclaux.** (Extrait d'une Lettre adressée à M. Pasteur.)

« ..... Sachant, d'après mes expériences de 1868, que le froid de l'hiver est nécessaire pour la formation de l'embryon et la bonne éclosion de la graine, j'ai voulu reconnaître si cette condition est suffisante, et, par exemple,

si en refroidissant artificiellement de la graine en août, on pourrait avoir des vers en novembre. Pour cela, j'ai partagé un lot de graine en deux portions, dont l'une a été conservée à la manière ordinaire, et l'autre placée pendant quarante jours dans une glacière; puis, au 20 septembre, j'ai partagé chacune de ces deux portions en deux lots différents. Deux de ces lots, l'un ayant subi l'action du froid et l'autre non, ont été portés peu à peu à la température de 20 degrés. J'ai le plaisir de vous annoncer que je viens de trouver en pleine éclosion le lot refroidi, tandis que dans l'autre, il ne s'est formé aucun embryon; et, d'après mes expériences de l'année dernière, si je continue à le chauffer, il ne s'en formera jamais.

» Les deux autres lots sont conservés comme à l'ordinaire et seront mis à éclore en mai, si le lot refroidi n'a pas, d'ici là, accompli son éclosion.

» Il résulte de ces observations que la période de formation de l'embryon, période qui précède l'éclosion, ne commence et ne poursuit son cours régulier qu'à la condition nécessaire et suffisante de succéder à une époque de froid et d'hibernation véritable. Une graine maintenue toute l'année à la température de son éclosion, n'éclôt pas, et périt sans que l'embryon s'y forme. Est-elle soumise au froid, mais d'une manière insuffisante, ou pendant un temps trop court, l'embryon s'y organise et réussit à vivre jusqu'au moment de l'éclosion. Mais alors il meurt d'autant plus d'embryons, et l'éclosion de ceux qui résistent est d'autant plus longue et plus irrégulière que l'hibernation a été moins longue et le froid moins accusé. La graine, pour bien éclore, a donc un besoin absolu du froid de l'hiver. Beaucoup d'insuccès dans l'éclosion sont dus à un hiver trop doux, ou à une mauvaise conservation des œufs.

» Enfin un résultat immédiat des faits qui précèdent serait d'obtenir à volonté des bivoltins, ou d'avoir, en profitant de l'action du froid et de la chaleur sur la graine, le moyen de se procurer des vers toute l'année, ce qui serait très-favorable à l'étude (1). »

---

(1) En transmettant à l'Académie cette Note, M. Pasteur fait observer que le fait principal signalé par M. Duclaux aura certainement, dans la suite, des conséquences pratiques importantes. Dès aujourd'hui, il paraît nous donner la clef d'une pratique des Japonais, qui consiste à placer la graine, au cœur de l'hiver, pendant quelques jours dans de l'eau glacée. Il fait naître aussi l'espérance de pouvoir faire éclore en toute saison les graines de races dites *annuelles*, ce qui supprimerait une des plus grandes difficultés de l'étude. Peut-être M. Duclaux trouvera-t-il aussi, dans la continuation de ses curieuses recherches, un moyen de fortifier les jeunes vers, de façon à les mettre davantage à l'abri des maladies accidentelles.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le verdissement des plantes étiolées.* Note de **M. Éd. Prillieux**, présentée par M. Edm. Becquerel.

« Quand on fait germer des plantes à l'obscurité, elles se développent jusqu'à un certain point, mais ne se colorent pas en vert (à part quelques rares exceptions); elles ne verdissent que quand on les soumet à l'action de la lumière. MM. Guillemin, Sachs et Famintzin ont reconnu que le verdissement se produit plus rapidement à l'ombre qu'au soleil. J'ai fait moi-même, sur ce sujet, des expériences dans lesquelles j'ai cherché à éviter que l'action directe d'un soleil très-ardent sur de jeunes plantes étiolées n'altérât leur santé pendant la durée de l'observation. Pour cela j'ai employé les appareils en verre qui m'avaient servi dans mes expériences antérieures sur l'action de la lumière colorée sur les plantes et à l'aide desquels j'entourais les plantes étiolées d'une sorte de cloche d'eau qui absorbait une assez grande partie de la chaleur solaire, tout en laissant passer la lumière. Dans ces conditions, j'ai reconnu l'exactitude des faits précédemment observés et j'ai constaté que les plantes verdissent plus vite à l'ombre que quand on les expose à la vive lumière du soleil.

» Pour éviter que l'absorption des rayons au travers des écrans n'intervînt dans les résultats observés, j'ai disposé l'expérience suivante, dont M. Edm. Becquerel m'avait donné l'idée :

» La lumière du Soleil était renvoyée par un héliostat à l'intérieur d'une chambre obscure dépendant du laboratoire de physique de la Sorbonne, que M. Jamin avait eu la bonté de mettre à ma disposition. A son entrée dans la pièce elle était reçue sur une large lentille et formait au delà du foyer un cône qui s'étendait jusqu'au fond de la pièce à une distance d'environ 6 mètres. Des germinations d'orge faites à l'obscurité et d'un beau jaune, furent placées dans le cône de lumière, à des distances différentes du foyer en ayant soin qu'elles ne pussent se porter ombre les unes aux autres.

» Un premier pot (I) fut mis à	$0^{m},10^{c}$	au delà du foyer.
» Un second pot (II)	»	1,60	»
» Un troisième pot (III)	»	2,80	»
» Un quatrième pot (IV)	»	3,35	»
» Un cinquième pot (V)	»	5,70	»

» L'expérience commença à $1^{h}30^{m}$ et fut arrêtée à $4^{h}30^{m}$, elle ne pouvait malheureusement être continuée plus longtemps, le soleil se trouvant dès

lors caché par des bâtiments voisins. Après ces trois heures d'exposition au soleil, toutes les petites plantes étiolées avaient verdi à peu près également à l'exception de celles du pot I le plus rapproché du foyer de la lentille et par conséquent le plus éclairé, qui étaient demeurées parfaitement jaunes. Entre le pot I et les autres la différence de coloration était extrêmement tranchée. Entre les pots II, III, IV et V elle était à peu près insensible. Peut-être, néanmoins, les plantes des pots IV et V étaient-elles un peu moins vertes que celles des pots II et III. Cette expérience est donc d'accord avec le fait principal énoncé plus haut.

» Ce n'est pas à une modification quelconque dans la composition de la lumière qu'il faut attribuer cet affaiblissement de son action sur le verdissement des plantes lorsqu'elle devient plus intense. La cause paraît résider dans l'organisation intime de la plante. Des faits analogues se produisent du reste à chaque instant sous nos yeux : au-dessous d'une certaine température, les divers phénomènes de la vie végétale ne s'accomplissent pas; que la chaleur augmente, ils se produisent avec une énergie croissante, mais seulement jusqu'à un certain point; si l'élévation de la température continue encore au delà, la plante languit et ses fonctions ne s'accomplissent plus.

» L'action de la lumière sur les plantes est probablement du même genre. Pour qu'elle puisse être utilisée par les plantes, elle doit donc, comme celle de la chaleur, être maintenue dans certaines limites au delà desquelles elle reste sans effet. Ajoutons que ces limites paraissent n'être pas les mêmes pour les diverses fonctions végétales; ainsi une quantité de lumière qui est excessive pour la production de la matière verte est utilisable pour la décomposition de l'acide carbonique par la matière verte déjà formée; le maximum n'est pas le même pour ces deux phénomènes; il est bien moins élevé pour le verdissement que pour la réduction de l'acide carbonique.

» L'expérience suivante me paraît justifier cette assertion : tandis que je mettais des plantes étiolées, les unes directement au soleil, les autres à l'abri d'un écran de papier blanc et que je voyais celles qui étaient ombragées se colorer plus vite que celles qui recevaient directement la lumière, je pris des plantes d'eau (*Elodea Canadensis*) que j'exposai au soleil dans l'eau chargée d'acide carbonique alternativement à la lumière directe et à l'abri d'un écran de papier. Le dégagement des bulles de gaz se montra toujours plus grand à la lumière directe que derrière l'écran. Dans l'expérience que je rapporte, la moyenne était de 127 bulles dans le premier cas, de 92 seulement dans le second. Ainsi en diminuant l'intensité de la lumière on acti-

vait la production de la matière verte, tandis qu'on ralentissait, au contraire, la réduction de l'acide carbonique par la matière verte déjà formée; l'intensité de la lumière directe du soleil dépassait donc le maximum d'action physiologique pour le verdissement et non pour la réduction de l'acide carbonique. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Étoiles filantes de novembre* 1869.
Note de **M. Chapelas.**

« Malgré un ciel peu favorable et la présence de la Lune pendant une grande partie de la nuit, nous avons pu néanmoins apprécier la situation exacte du phénomène des 12 et 13 novembre de cette année.

» Ainsi que nous l'avons toujours dit, jamais un maximum, quelle que soit l'époque de l'année, ne se produit sans être annoncé à l'avance par une augmentation sensible du nombre horaire moyen des étoiles filantes que l'on peut observer pendant les nuits qui précèdent ce maximum. C'est ainsi que, dès le milieu du mois de juillet, la progression toujours croissante de ce nombre horaire moyen nous conduit graduellement aux grandes apparitions des 9, 10 et 11 août. Il en est de même pour tous les autres maximums.

» Or, cette année, les observations qui ont précédé les nuits des 12 et 13 novembre nous ayant fourni constamment pour le nombre horaire une valeur toujours inférieure à la moyenne qui, à cette époque de l'année, est égale à 13,6, nous avions tout lieu de penser que le retour des étoiles filantes n'offrirait rien de bien particulier.

» L'observation est venue confirmer nos prévisions; en effet, une observation consciencieuse nous donne pour nombre horaire moyen, ramené à minuit, par un ciel serein, corrigé de l'influence de la Lune :

Le 12 novembre............ 6 étoiles 8 dixièmes,
Le 13 novembre............ 24 étoiles 8 dixièmes.

» Il y a donc eu réellement un maximum, mais il a été bien inférieur aux précédents. De plus, l'instant exact semble s'être produit, contre l'ordinaire, dans les premières heures de la nuit.

» Si l'on se reporte aux grandes apparitions de 1833, on voit qu'à partir de ce moment le phénomène a toujours été en diminuant jusqu'en 1860, époque à laquelle il devient pour ainsi dire nul. Il n'y a donc rien qui

puisse étonner dans le résultat que nous publions aujourd'hui, si l'on fait attention que nous sommes au lendemain du grand retour de 1867. Les choses, au contraire, se seraient donc passées très-régulièrement.

» D'autres observations venant de l'étranger feront connaître si cet état de choses s'est produit d'une manière semblable sur d'autres points du globe.

» En terminant j'ajouterai que, pendant ces deux nuits, il nous a été possible d'enregistrer deux nouveaux bolides. Quant à la direction moyenne suivie par les étoiles filantes, elle a oscillé pendant la nuit du 12, du sud-sud-est au sud-est, et pendant celle du 13, de l'est à l'est-sud-est. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur l'explosion partielle d'un bolide.* Note de **M. J. Silbermann**, présentée par M. Daubrée.

« Le jeudi 11 novembre, à $10^h 55^m$ du soir, dans la constellation de la Grande Ourse, s'est montré un bolide d'un blanc jaunâtre, de la grandeur apparente de Jupiter; il descendait obliquement vers l'horizon N.-N.-E. de Paris, en traversant d'abord par le milieu le petit triangle isoscèle formé par les étoiles $\theta \iota \varkappa$, puis en passant entre ψ et ω, où a eu lieu une brillante explosion partielle. La trajectoire avait environ 34 degrés d'étendue. Une explosion a eu lieu lorsque le bolide avait parcouru les deux tiers de sa trajectoire visible, c'est-à-dire 22 à 24 degrés. La durée de l'apparition a été comprise entre une seconde et demie et une seconde trois quarts.

» Le phénomène a présenté des particularités extrêmement curieuses :

» 1° Comme forme, la trajectoire, d'à peu près rectiligne au début, est devenue de plus en plus sinueuse ou serpentante (hélicoïdale sans doute), jusqu'au lieu de l'explosion, après laquelle sa course est redevenue parfaitement rectiligne.

» 2° La vitesse apparente de translation a diminué rapidement jusqu'au moment de l'explosion ; après quoi cette vitesse a plus que triplé, et paraissait uniforme. Au moment de l'explosion, on eût dit que le bolide éprouvait un court arrêt.

» 3° Le bolide a considérablement augmenté, comme volume et comme éclat, jusqu'au point de l'explosion, comme s'il subissait un boursouflement. Au début, son volume était égal à Jupiter. Près du point d'explosion, la grosseur apparente et l'éclat dépassaient trois fois Vénus en quadrature; après l'explosion, comme grosseur et comme éclat, le bolide était à peine comparable à Mars.

» 4° L'explosion a été très-brillante, mais sans changement de couleur; des étincelles incandescentes étaient projetées dans toutes les directions.

» Dans la figure ci-jointe, je donne, outre l'aspect du phénomène, sa position dans le ciel ainsi qu'une idée des vitesses successives ou espaces parcourus pendant chaque quart de seconde.



» Toutes les personnes qui ont observé avec quelque attention les étoiles filantes et les bolides savent que d'ordinaire ces corps se présentent sous l'aspect d'une masse incandescente, laissant le plus souvent derrière elle une traînée d'étincelles. Un fort petit nombre d'entre eux présentent, au bout de la trajectoire lumineuse, le spectacle d'une explosion projetant des éclats ou fragments incandescents en tous sens, après quoi on ne voit plus rien: le bolide semble complétement anéanti. Si le petit astre, dépouillé de son enveloppe lumineuse, continue obscurément sa route; rien, du moins, ne nous permet d'affirmer d'une manière absolue qu'il n'y a pas eu destruction totale. Le bolide du 11 novembre 1869 est le premier de tous ceux que j'ai vus qui ait présenté nettement et indubitablement le fait intéressant d'une explosion partielle.

» Ce fait est une confirmation de la justesse de l'hypothèse des explo-

sions partielles, émise par M. Daubrée dans son savant Mémoire intitulé : *Expériences synthétiques relatives aux météorites.* On y lit, page 5 :

« Toutefois, il ne serait pas impossible que les fragments qui arrivent à » la surface de notre globe ne représentassent qu'une petite partie de la » masse météorique; celle-ci ressortirait de l'atmosphère pour continuer sa » trajectoire, n'abandonnant que quelques parcelles, dont la vitesse, à la » suite de l'explosion, se trouverait amortie. La chute d'Orgueil fournirait » un argument en faveur de cette dernière hypothèse. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Note sur un bolide observé à Paris le 11 novembre 1869; par* **M. H. Lartigues.**

« Le jeudi 11 novembre courant, à $9^h 45^m$ du soir, j'ai aperçu, du voisinage de l'Arc de Triomphe à Paris, un assez gros bolide blanc dont la trajectoire observée s'est étendue de la Polaire à γ de la Grande Ourse; cet espace, de 35 degrés environ, a été parcouru en quatre secondes.

» Une bande de cirrho-stratus, au-dessus de laquelle le bolide est passé, n'a pas beaucoup diminué son éclat, qui était bien supérieur à celui de Jupiter.

» Au moment de disparaître, il s'est divisé en quinze ou vingt fragments, ressemblant aux étoiles d'une bombe d'artifice, et parmi lesquels je n'en ai aperçu aucun qui fût coloré. Une légère traînée lumineuse a persisté une seconde ou deux après la disparition du bolide.

» Je n'ai pu constater aucun bruit. »

CHIMIE ET GÉOLOGIE. — *Composition chimique et formation des couches de la grande oolithe et du forest-marble (dans la Haute-Marne); par* **M. Er. Guignet.**

« La partie sud-ouest du département de la Haute-Marne et les portions limitrophes des départements voisins appartiennent aux formations du lias, de la grande oolithe et du forest-marble.

» Le pays est fort accidenté, sillonné par des vallons assez étroits qu'arrosent les nombreux cours d'eau descendant du plateau de Langres, et dont quelques-uns deviennent d'importantes rivières, l'Aube, par exemple. Ces vallons reposent sur le lias; ils sont dominés par d'immenses plateaux, appartenant à la grande oolithe et au forest-marble, à surface souvent contournée. Les uns sont couverts de belles forêts, les autres sont livrés à la

culture et représentent la plus grande partie des terres cultivées dans le pays.

» Comme le calcaire est très-abondant partout, aussi bien dans les vallons que sur les plateaux, les terres de cette région ont toujours passé pour être calcaires. Mais cette opinion est beaucoup trop absolue : la composition des terres des plateaux est absolument différente de celle des terres des vallons.

» Ces dernières sont en effet calcaires, le plus souvent argilo-calcaires; quelquefois complétement argileuses; dans ce cas, ce sont les argiles à foulon qui viennent affleurer à de faibles hauteurs au-dessus du fond du vallon.

» En continuant à s'élever, jusqu'à la naissance des plateaux, on trouve d'étroites bandes de terres blanches et maigres qui représentent les affleurements de la grande oolithe. Ces terres, qui, fort heureusement, ne constituent qu'une très-faible partie du sol cultivable, contiennent jusqu'à 95 pour 100 de calcaire. Elles sont le plus souvent abandonnées, ou reboisées par les cultivateurs habiles.

» Dans le fond des vallons et jusqu'à mi-côte, on trouve aussi des sables calcaires plus ou moins argileux, contenant jusqu'à 60 pour 100 de calcaire, et désignés dans le pays sous le singulier nom de *trace*. Ces sables servent pour les constructions; on les exploite sur des épaisseurs de 15 mètres et plus. Ils ont été déposés par des courants d'eau très-puissants, dans les âges géologiques; on peut suivre dans les carrières les dépôts successifs et reconnaître des veines de terre rougeâtres, aussi bien que des débris de roches, empruntés à certains terrains situés en face des carrières.

» Les plus importants de ces bancs de sables calcaires se sont formés sur les principaux contre-forts, situés, comme des barrages, en travers des vallons. *Ils sont orientés dans une direction constante;* de sorte que, si l'on faisait un relevé très-exact des orientations de tous ces bancs de sables calcaires, en traçant les normales à ces lignes, on déterminerait la direction primitive des courants qui les ont formés.

» Les débris de calcaires coquilliers ne sont pas rares dans ces dépôts. Mais jusqu'à présent je n'y ai trouvé qu'un seul fragment d'os fossile, qui m'a paru trop petit pour être déterminé.

» Pour compléter l'énumération des terrains qui constituent ces vallons, il suffit de mentionner quelques couches de tourbe et quelques bancs de tuf. Tel est celui du domaine d'Étufs, produit par des sources incrustantes très-abondantes, si bien étudiées par M. A. Passy, dans un travail récent.

» La constitution générale des plateaux est absolument différente de celle des vallons.

» Au-dessus des argiles à foulon se trouvent des calcaires tendres à grain plus ou moins fin, qui fournissent d'excellentes pierres de taille. Ces bancs, très-puissants, sont recouverts d'un calcaire d'épaisseur fort variable, compacte et aussi dur que le marbre.

» Enfin, cette dernière couche, qui règne sur toute la surface des plateaux, est recouverte d'une terre plus ou moins rougeâtre, très-fine, qui ressemble à une argile maigre, et dont l'épaisseur varie depuis quelques centimètres *jusqu'à plus de* 6 *mètres*.

» La constitution chimique de cette terre est extrêmement complexe. Les parties les plus ténues, séparées des grains par la lévigation, présentent en moyenne la composition suivante :

Silice	50,00
Alumine	15,00
Peroxyde de fer	10,00
Chaux	2,50
Eau	5,00
Magnésie, manganèse, acide sulfurique et substances diverses non dosées	17,50
	100,00

» Les terrains de cette nature, désignés dans le pays sous le nom d'*herbues* ou de *rougets* quand ils contiennent beaucoup d'oxyde de fer, sont donc bien loin de pouvoir être regardés comme calcaires. Ce sont plutôt des terrains argilo-siliceux.

» Au point de vue géologique, la formation de ces dépôts m'a paru extrêmement curieuse. Les masses calcaires sur lesquelles ils reposent ont subi, en certains endroits, des dépressions, ou plutôt des érosions profondes; il s'est formé ainsi de vastes *poches* remplies de terre. Je décrirai spécialement l'un de ces curieux accidents de terrain.

» Qu'on se représente *sur un point culminant* une sorte de cratère très-ouvert et parfaitement régulier, de 80 mètres de diamètre et de 2 mètres de profondeur au centre. Tout autour de ce cratère, les champs cultivés n'ont pas 30 centimètres de terre, et il est facile d'atteindre partout le fond de roche avec la charrue. Mais, ayant fait creuser un puits au centre de cette singulière dépression, les ouvriers sont descendus jusqu'à $6^{m},50$, à travers une épaisse couche de terre et n'ont pu atteindre la roche.

» Ayant soumis à une lévigation minutieuse la terre extraite du fond du

puits, j'en ai retiré un gravier formé de débris de toute espèce : calcaire amorphe, calcaire cristallisé, fragments de coquilles fossiles; hématite brune et autres minerais de fer, les uns attirables, les autres non attirables à l'aimant; quartz et roches siliceuses non déterminées, etc.

» La masse entière du dépôt est souvent traversée par des veines brunâtres assez dures, qu'on peut regarder comme un minerai de fer très-manganésifère. Ces veines sont dirigées horizontalement et proviennent évidemment d'infiltrations.

» Comme les matières les plus lourdes doivent occuper le fond de l'excavation, il serait intéressant de continuer le forage du puits jusqu'au banc de roche et de faire des sondages de manière à reconnaître si les parois de cette espèce de cratère suivent la pente régulière du terrain, ou si elles sont abruptes, comme je le suppose, d'après la forme d'excavations plus petites, accidentellement mises à jour.

» Il faudrait aussi sonder les parties les plus basses des plateaux, car la dépression que j'ai spécialement étudiée, se trouvant sur un point culminant, ne doit renfermer que les plus petits fragments des roches entraînées par les eaux. On trouverait sans doute, dans les principales dépressions, des rognons de silex, dont quelques rares échantillons se rencontrent à la surface du sol, et des minerais de fer de différentes espèces.

» Au point de vue chimique, comment doit-on considérer la composition des terrains de cette nature?

» D'abord, tout le fer qu'ils contiennent est à l'état de peroxyde, même dans la terre prise à 6 mètres de profondeur. Ces terrains diffèrent donc complétement, sous ce rapport, des argiles à foulon qui renferment du fer au minimum. Aussi, ayant fait cultiver et fumer de la terre prise à 2 mètres de profondeur, la récolte a été absolument la même sur cette terre que sur le reste du champ; tandis que les argiles à foulon doivent être exposées aux influences atmosphériques pour donner des récoltes passables.

» En second lieu, le fer est combiné, du moins en grande partie, avec l'acide sulfurique ou avec l'alumine. En effet, la terre ne noircit pas au contact de l'acide sulfhydrique en dissolution, comme le fait l'oxyde de fer libre. Mais elle devient noire en présence du sulfhydrate d'ammoniaque comme tous les sels basiques de peroxyde de fer ou les composés de fer à acide faible.

» Quand on traite la terre par l'acide chlorhydrique faible et bouillant, on dissout le carbonate de chaux, la presque totalité du fer et le tiers environ de l'alumine, avec une petite quantité de silice. On obtient ainsi 75 pour 100

d'un résidu tout à fait blanc, rude au toucher, ne formant plus de pâte liante avec l'eau.

» Une solution bouillante de potasse caustique enlève à la terre de la silice et surtout de l'alumine.

» Au point de vue agricole, les terrains du forest-marble ne possèdent ni qualités, ni défauts extraordinaires. Quand on les cultive après un défrichement de bois, on obtient de bonnes récoltes pendant plusieurs années; et si l'on ne fume pas régulièrement, ces terres deviennent à peu près stériles.

» Aussi les plateaux du sud de la Haute-Marne passent pour être fertiles dans le voisinage des villages ou des fermes trop rares établies sur ces plateaux. Mais quand les villages sont situés dans les vallons, ce qui est le cas le plus général, les terres des plateaux sont cultivées presque sans engrais et on les regarde comme stériles, bien qu'elles aient, dans les deux cas, la même composition chimique. »

MÉDECINE. — *Sur l'étiologie des fièvres intermittentes (intoxication tellurique).* Note de **M. L. Colin**, présentée par M. Larrey. (Extrait.)

« Les termes *intoxication palustre*, *impaludisme* ne suffisent pas à déterminer l'étiologie des affections produites par les émanations du sol et connues généralement sous le nom de *fièvres intermittentes* et *rémittentes*....

» Le terme *intoxication tellurique*, que nous proposons, a une signification plus complète que celui d'*intoxication palustre*, qui ne représente qu'une des conditions d'action toxique du sol....

» La valeur de cette appellation nous semble confirmée par la nature des moyens prophylactiques à opposer à la production ou aux atteintes de la *malaria*.

» L'éloignement du sol en est le plus efficace, comme le plus naturel, et nous explique l'immunité des équipages naviguant sous les latitudes où l'atterrissement est le plus dangereux, l'immunité relative des individus placés dans des hôpitaux ou dans des comptoirs *flottants*, à distance suffisante des côtes insalubres.

» L'homme y échappera également dans les localités dont la température ne suffit plus à féconder l'action toxique du sol (climats froids et altitudes).

» Modifier la terre par un aménagement et un système de culture correspondant à sa puissance de rendement, tel est le but à poursuivre dans les pays non marécageux et atteints de malaria.

» Signalons enfin la résistance opposée à cette intoxication par les agglomérations humaines : le séjour au centre des grandes villes constitue une véritable sauvegarde pour les habitants; le pavage des rues, les obstacles opposés au mauvais air des plaines environnantes par la masse des maisons et des édifices, ainsi que par les différents foyers de chaleur, assurent une salubrité relative qui est à son maximum dans les quartiers centraux les plus peuplés, à son minimum à la périphérie. Rome est un exemple remarquable de cette puissance prophylactique des conditions sociales. »

M. J. Morin adresse une « Note sur une modification du galvanomètre ».

M. P. Guyot adresse de Nancy une « Note sur l'iodal et ses propriétés anesthésiques ».

Mme de Diesbach adresse une Note relative à la fécule des graines de *belles de nuit*, et à une huile siccative contenue dans les graines du *Magnolia grandiflora*.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Payen.

« **M. Chasles** fait hommage à l'Académie, de la part de M le prince Boncompagni, de trois opuscules. L'un, sur la vie et les ouvrages de Wœpcke, est de *M. Narducci;* un autre, sur la vie et les travaux de Nicolas Lobatchefski, géomètre polonais, est de *M. E. Ianichefsky*, et traduit en italien par M. A. Potocky; le troisième, sur les ouvrages du célèbre auteur arabe Albirouni, est de M. le prince *Boncompagni.* »

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Botanique, par l'organe de son doyen **M. Brongniart**, présente la liste suivante de candidats à la place de Correspondant, devenue vacante par le décès de *M. Martius :*

En première ligne. . . .	**M. Pringsheim**, à Berlin.
En deuxième ligne, et par ordre alphabétique. . .	**M. de Bary**, à Halle. **M. Bentham**, à Londres. **M. Gœppert**, à Breslau. **M. Asa Gray**, à Cambridge (Massachusets). **M. Nœgeli**, à Munich. **M. Parlatore**, à Florence.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 15 novembre 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

OEuvres de Lagrange, publiées par les soins de M. J.-A. SERRET, *sous les auspices de S. Exc. le Ministre de l'Instruction publique*, t. IV. Paris, 1869; in-4° avec portrait.

Deuxième Mémoire sur l'application de la théorie mécanique de la chaleur aux machines locomotives dans la marche à contre-vapeur; par M. Ch. COMBES, Membre de l'Institut. Paris, 1869; in-12.

Prodromus systematis naturalis regni vegetabilis, editore et pro parte auctore Alphonso DE CANDOLLE. Pars decima sexta, sectio prior. Parisiis, MDCCCLXIX; in-8°.

La rotative américaine Behrens et la question de la stabilité des machines; par M. LEDIEU, *publié avec l'autorisation de S. Exc. le Ministre de la Marine.* Paris, 1869; in-4° avec figures. (Présenté par M. Combes.)

Traité pratique de la folie névropatique (*vulgo* hystérique); *par* M. J. Mo-

REAU (de Tours). Paris, 1869; in-12. (Adressé au concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1870.)

Thèses présentées à la Faculté des Sciences de Paris pour obtenir le grade de docteur ès sciences naturelles; par M. Ch. CAVE. — 1re Thèse : *Structure et développement du fruit.* — 2e Thèse : *Propositions de zoologie et de géologie données par la Faculté.* Paris, 1869; in-4°. (Présenté par M. Duchartre.)

Guide-itinéraire au Mont-Blanc et dans les vallées comprises entre les deux Saint-Bernard et le lac de Genève; par M. Venance PAYOT. Genève, 1869; in-12.

Résolution numérique complète des équations du cinquième degré et abaissement des équations trinômes de tous les degrés; par M. H. MONTUCCI. Paris, 1869; br. in-8°.

Résumé météorologique de l'année 1868 *pour Genève et le grand Saint-Bernard; par* M. E. PLANTAMOUR. Genève, 1869; in-8°.

Les fonds de la mer. Étude sur les particularités nouvelles des régions sous-marines; par MM. BERCHON, DE FOLIN, PÉRIER, livraisons 1 à 11, avec planches. Bordeaux et Paris, 1867-1869; in-8°.

Observations et recherches; par M. J.-P.-L. PÉRIER. Bordeaux, 1869; br. in-8°.

Étude des vibrations d'une masse d'air renfermée dans une enveloppe biconique; par M. GRIPON. Lille, sans date; br. in-8°.

Mémoire pour servir à la connaissance des Crinoïdes vivants; par M. Michaël SARS. Christiania, 1868; in-4° avec planches.

Histoire naturelle des Crustacées d'eau douce de Norvége; par M. G.-O. SARS, 1re livraison : *Les Malacostracés.* Christiania, 1867; in-4° avec planches.

Traité élémentaire des fonctions elliptiques; par M. O.-J. BROCH, 2e fascicule. Christiania, 1867; in-8°.

Sur les huiles minérales des possessions néerlandaises aux Indes orientales; par M. E.-H. BAUMHAUER. Sans lieu ni date; in-8°. (Extrait des *Archives néerlandaises*, t. IV.) (Présenté par M. H. Sainte-Claire Deville.)

The... *Sur l'éclipse de Soleil du* 7 *août* 1869; *Rapport de* M. A.-M. MAYER. Philadelphie, 1869; br. in-8°. (Présenté par M. Delaunay.)

Transactions... *Transactions de la Société royale des Sciences et des Arts de Maurice*, t. III, nouvelle série. Maurice, 1869; in-8°.

Beitrag... *Essai sur la connaissance paléontologique et géologique des formations tertiaires de la Hesse; par* M. O. BOETTGER. Offenbach, 1869; in-4° avec planches.

Abhandlungen... *Mémoires de l'Académie royale des Sciences de Berlin*, année 1868. Berlin, 1869; in-4°.

Intorno... *Note relative à l'ouvrage d'Albiruni sur l'Inde; par* M. B. BONCOMPAGNI. Rome, 1869; in-4°.

Intorno... *Note sur la vie et les écrits de François Wœpcke; par* M. H. NARDUCCI. Rome, 1869; in-4°.

Note historique sur la vie et les travaux de Nicolas Ivanovitch Lobatchefski. Discours prononcé dans la séance solennelle de l'Université de Kazan le 5/17 novembre 1868, *par* M. J. IANICHEFSKY; *traduit du russe par* M. A. POTOCKI. Rome, 1869; in-8°.

Ofversigt... *Résumé des séances de la Société des Sciences de Finlande*, t. XI, 1868-1869. Helsingfors, 1869; in-8°.

Bidrag... *Essai sur la connaissance de la faune du fiord; par* M. M. SARS. Christiania, 1868; in-8° avec planches.

Registre... *Index des travaux contenus dans les Mémoires de la Société des Sciences de Christiania*, 1858-1867. Christiania, 1868; in-8°.

Det... *Annuaire de l'Université royale norvégienne de Frédéric pour l'année* 1867. Christiania, 1868; in-8°.

Meteorologiske... *Observations météorologiques faites à l'Observatoire de Christiania pendant l'année* 1867. Christiania, 1868; in-4° oblong.

Norsk... *Annuaire météorologique de la Norvége pour* 1867, *publié par l'Institut météorologique de Norvége*. Christiania, 1868; in-4° oblong.

Forhandlinger... *Séances de la Société des Sciences de Christiania, année* 1867. Christiania, 1868; in-8° avec planches.

Bidrag... *Mémoires pour servir à la connaissance de l'histoire naturelle et de l'ethnologie de la Finlande, publiés par la Société des Sciences*, livraisons 1, 3 à 14. Helsingfors, 1858 à 1869; 13 vol. in-8°.

Sertum Petropolitanum, seu Icones et descriptiones plantarum, quæ in horto botanico imperiali Petropolitano floruerunt; auctore E. REGEL. Petropoli, 1869; texte et planches in-folio.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 NOVEMBRE 1869.

PRÉSIDENCE DE M. CLAUDE BERNARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Ministre de l'Instruction publique adresse à l'Académie une ampliation du Décret impérial qui approuve la nomination de *M. Des Cloizeaux*, dans la Section de Minéralogie et Géologie, en remplacement de *M. d'Archiac*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, **M. Des Cloizeaux** prend place parmi ses confrères.

ÉLECTRO-PHYSIOLOGIE. — *Huitième Mémoire sur les phénomènes électro-capillaires : De la respiration et de la nutrition des tissus; du courant musculaire et du courant des autres tissus; par* **M. Becquerel**. (Extrait.)

« Dans le Mémoire que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie, sur la théorie électro-capillaire, je traite particulièrement de la respiration et de la nutrition des muscles et de celles des divers tissus des corps vivants, ainsi que du courant musculaire et du courant des autres

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait reproduite en entier au *Compte rendu*.

tissus, qui ont une autre origine que celle qu'on admet généralement. Je me suis attaché, en m'appuyant sur de nouveaux faits, à donner plus de développement à cette théorie que je ne l'avais fait dans ma Communication du 7 juin dernier, et qui vient au surplus à l'appui de l'opinion émise par M. Claude Bernard sur les mouvements dans les corps vivants.

« La manifestation des phénomènes vitaux, dit notre confrère, est étroi- » tement liée à celle des phénomènes physico-chimiques; les propriétés » vitales résident dans les éléments organiques. » (*Leçons sur les propriétés des tissus vivants*, p. 122.)

» Les animaux d'un ordre supérieur possèdent deux propriétés fondamentales : l'irritabilité des tissus et la respiration musculaire, cause de la chaleur qui entretient la vie dans toutes les parties et de la nutrition des tissus. L'irritabilité, qui distingue la matière organisée de celle qui ne l'est pas, dépend d'une cause inconnue. On a bien cherché à lui donner une origine électrique, mais on n'a pu y parvenir jusqu'ici; on doit dire cependant que lorsqu'un muscle est en repos, on le considère comme un électromoteur donnant lieu à un courant quand il forme un circuit fermé : propriété à laquelle on a voulu attribuer une cause organique.

» Matteucci, et MM. Liebig, Hermann, etc., ne partagent pas cette opinion, et lui donnent une cause chimique.

» Je considère un être vivant, dont l'origine est couverte d'un voile impénétrable, comme un corps composé d'organes agencés avec une merveilleuse intelligence, qui sont dans une dépendance mutuelle telle, que chacun d'eux accomplit l'œuvre dont il est chargé, pour entretenir la vie dans toutes leurs parties, en vertu des mêmes forces que celles qui régissent la nature inorganique. Je fais abstraction, toutefois, de l'influence qu'exercent sur ces forces l'irritabilité des tissus et l'action nerveuse, qui dépendent de l'organisation du corps, et dont l'étude est du ressort de la Physiologie; je m'en tiens uniquement à l'intervention des forces électro-chimiques dans la production des phénomènes.

» Je rappelle, dans mon Mémoire, les découvertes de Galvani, de Volta, de Nobili, de Matteucci, de M. du Bois-Reymond, etc., qui ont concouru, par leurs travaux respectifs, à montrer que les muscles et les nerfs à l'état de repos se comportent comme des électromoteurs complets, donnant des courants dirigés de l'intérieur à l'extérieur de ces tissus, quand ils forment des circuits fermés; l'extérieur étant positif, l'intérieur négatif. Les courants dont il s'agit ne peuvent avoir qu'une origine mécanique, physique, physiologique, ou physico-chimique : l'expérience m'a prouvé, comme on le verra plus loin, qu'il fallait adopter la dernière hypothèse.

» Le principe qui m'a servi de point de départ pour expliquer la respiration musculaire et les phénomènes de nutrition est le suivant : deux liquides différents séparés par un tissu, c'est-à-dire par un corps poreux de nature quelconque pouvant être mouillé par ces liquides, donnent lieu à des courants électriques résultant de la recomposition de deux électricités dégagées dans la réaction de ces liquides, par l'intermédiaire des parois des espaces capillaires agissant comme des corps solides conducteurs, courants que j'ai nommés *électro-capillaires*, pour rappeler leur origine, et qui ont d'autant plus d'intensité que la force électromotrice au contact des deux liquides est plus considérable. Ces courants ont une direction telle, que la paroi en contact avec la dissolution qui se comporte comme acide par rapport à l'autre est le pôle négatif du couple, et l'autre paroi le pôle positif.

» J'ai montré antérieurement quelles étaient les circonstances nombreuses dans lesquelles les courants électro-capillaires étaient observés, ainsi que les effets qu'ils produisent. Les courants agissent non-seulement pour opérer des décompositions et des combinaisons, mais encore pour transporter des liquides du pôle positif au pôle négatif, dans les espaces capillaires, comme dans l'expérience de Porret, et même quelquefois, comme cela résulte de mes expériences, dans une direction opposée.

» Avant de montrer comment les courants électro-capillaires interviennent dans les phénomènes de la respiration et de la nutrition des tissus, j'ai fait plusieurs séries d'expériences sur la respiration artificielle des tissus, dans divers milieux, lorsque ces tissus ne font plus partie du corps et qu'ils ont encore ou non des propriétés vitales, dans le but de connaître les effets électriques produits pendant la production de ces phénomènes; les résultats obtenus montrent que lorsqu'on veut étudier les propriétés électriques d'un tissu nouvellement séparé du corps, ou mis à découvert avec le scalpel, tout en faisant partie du corps, il ne faut pas se hâter d'en conclure que les effets électriques observés ont lieu également, sans modifications, sous l'empire de la vie, car les conditions ne sont pas identiquement les mêmes : ces tissus étant exposés aux influences atmosphériques, notamment à une oxydation rapide de la part de l'air, à des variations de température, à des alternatives de sécheresse et d'humidité, produisent également des effets physico-chimiques dont il faut tenir compte dans la discussion des faits et dans les conséquences qu'on en tire; en un mot, il faut écarter tout ce qui provient de causes secondaires, ce qui n'a pas été fait jusqu'ici.

» Je rappelle d'abord dans mon Mémoire les recherches qui ont été faites sur la respiration, lesquelles ont concouru à établir la théorie de ce grand acte de la vie, telle qu'elle est admise aujourd'hui.

» Lavoisier est le premier qui ait annoncé que la respiration des animaux était due à une combustion lente de carbone et d'hydrogène, l'air fournissant l'oxygène et la substance même de l'animal la matière combustible. On trouve dans le Mémoire qu'il a publié, conjointement avec Seguin (*Mémoires de l'Académie* pour 1790, p. 61), le passage suivant :

« La respiration qui, en opérant dans le poumon et *peut-être aussi dans*
» *d'autres endroits du système*, une combustion lente d'une partie de l'hy-
» drogène et du carbone que contient le sang, produit un dégagement de
» calorique absolument nécessaire à l'entretien de la chaleur animale, etc. »

» On voit par ce passage que Lavoisier n'était pas aussi exclusif qu'on le pense, puisqu'il dit que la respiration pouvait avoir lieu également dans d'autres endroits que les poumons. Il ajoute plus loin :

« Aucune expérience n'a prouvé d'une manière décisive que le gaz acide
» carbonique, qui se dégage pendant l'expiration, se soit formé immédia-
» tement dans les poumons ou dans le cours de la circulation, par la com-
» binaison de l'oxygène de l'air avec le carbone du sang. »

» Il y avait donc incertitude dans l'esprit de Lavoisier, comme l'observe judicieusement M. Bert, dans un ouvrage intéressant qu'il vient de publier, sur les points où se produit l'acide carbonique.

» Je n'entre pas ici dans la discussion de toutes les idées qui ont été mises en avant par les physiologistes pour expliquer la respiration, je me bornerai à dire qu'on admet aujourd'hui que la respiration s'effectue dans tous les tissus pendant le trajet du sang. Un grand nombre de physiologistes ont concouru à établir cette doctrine : nous citerons Spallanzani, William Edwards, Liebig, Claude Bernard, Matteucci, Hermann, etc.

» J'ai cherché d'abord si l'oxydation qui s'opère au contact de l'air, dans les muscles et dans les autres tissus, quand ils ne sont plus sous l'empire de la vie, est indépendante ou non de leur organisation et si elle est semblable à celle qui se produit dans les corps vivants, par l'intermédiaire du sang artériel. J'ai déterminé en même temps les effets électriques concomitants, afin de voir si le courant musculaire n'avait pas une origine semblable. J'ai placé d'abord, dans une éprouvette remplie de gaz oxygène, un morceau de muscle de bœuf nouvellement tué, et dans une autre éprouvette semblable, également remplie d'oxygène, un morceau du même muscle, de même poids, mais réduit en pâte très-fine; deux préparations

semblables ont été faites et mises dans le gaz hydrogène pur. Dans l'oxygène, avec le muscle intact, l'effet a été le même que lorsqu'il est en présence du sang artériel : il y a eu consommation d'oxygène et formation d'un égal volume de gaz acide carbonique; dans l'éprouvette, où le muscle était réduit en pâte, il en a été de même, seulement la transformation a été plus rapide; dans cette combustion, l'organisation du muscle n'est donc intervenue en rien. Dans le gaz hydrogène, il y a eu également respiration et formation de gaz acide carbonique, qui a été six fois moindre que dans l'oxygène pendant le même temps; on pourrait attribuer cette combustion à la présence de l'oxygène dans les muscles; mais on a laissé ces derniers en expérience pendant assez de temps pour qu'on ne puisse pas croire que l'effet soit dû à la petite quantité d'oxygène libre qui s'y trouvait; cet effet n'a pu être produit probablement qu'autant que l'hydrogène a réagi sur les matières sucrées qui se trouvent dans le muscle. La même expérience a été répétée dans l'azote et dans le vide barométrique, et on a eu constamment le même résultat. Il faut donc que le muscle intervienne par sa propre substance dans la respiration dite *musculaire*. On est porté à croire, d'après cela, que lorsque le sang artériel ne fournit pas assez d'oxygène aux muscles pour que la respiration puisse s'effectuer normalement, les muscles y pourvoient en se brûlant eux-mêmes.

» Il restait ensuite à trouver les effets électriques produits pendant l'oxydation du muscle d'un animal récemment tué ou tué depuis longtemps, afin de les comparer à ceux qu'ont obtenus Matteucci et M. du Bois-Reymond dans leurs recherches sur le courant musculaire. Le courant musculaire, tel que l'a défini Matteucci, est celui qui est produit lorsqu'un arc métallique conducteur non oxydable est mis en contact par une de ses extrémités avec la surface d'un muscle d'un animal récemment tué, et par l'autre avec une section transversale du même muscle; ce courant va de l'intérieur de ce dernier à la surface. Ce courant ne dure que quelques heures, d'après Matteucci : cette durée est beaucoup plus considérable qu'il l'a annoncée.

» M. du Bois-Reymond, qui a analysé avec soin ce phénomène, a établi les trois lois suivantes que je vais rappeler.

» Dans un muscle, dont on a pratiqué deux sections transversales, on a reconnu, avec un galvanomètre très-sensible, que si l'on met en rapport métallique un point de la section longitudinale naturelle ou artificielle avec un point d'une des deux sections transversales artificielles, on obtient un courant dans le conducteur allant de la section longitudinale à la section transversale, ou dans le muscle de la section transversale à la section

longitudinale; ce courant a d'autant plus d'intensité que les extrémités de l'arc conducteur sont plus rapprochées du milieu de chaque section : c'est la première loi de M. du Bois-Reymond.

» On obtient également le courant musculaire en mettant en contact les deux extrémités en platine du fil du galvanomètre avec deux points d'une même section, mais avec la condition que, si l'on prend deux points de la section longitudinale, celui qui est le plus près du milieu du muscle est positif à l'égard de celui qui est le plus rapproché de la section transversale; il ne se produit donc aucun courant en expérimentant sur les deux points de la section longitudinale également éloignés du milieu du muscle : c'est la deuxième loi de M. du Bois-Reymond.

» La troisième loi consiste en ceci : lorsqu'on fait une section oblique dans un muscle, on voit que le point le plus négatif de la section transversale ne se trouve pas en son milieu, mais tout près de l'angle aigu; de même les points les plus positifs de la section longitudinale ne sont plus à l'équateur, mais plus près de l'angle obtus.

» M. du Bois-Reymond a cherché à expliquer le courant musculaire en supposant que les fibres musculaires, étant composées de petites lames superposées les unes sur les autres, devaient former des piles voltaïques à colonne. Matteucci a combattu avec raison cette hypothèse, en donnant pour motif que lorsqu'on sépare en deux une semblable pile, les deux faces opposées possèdent, chacune, une électricité contraire, tandis que lorsqu'on coupe en deux un muscle les deux faces en regard ont la même électricité.

» M. Liebig s'est prononcé en faveur de l'origine chimique du courant musculaire; il pense que, dans un muscle, il y a un liquide acide dont les éléments sont imbibés et qui se trouve en contact avec la sérosité du sang (alcaline); il suppose alors que l'électricité se développe dans les muscles comme dans le couple de potasse et d'acide nitrique.

» Matteucci a fait observer avec raison qu'en admettant l'existence des deux liquides dans le muscle, cela n'explique pas la production et la direction constantes du courant musculaire de l'intérieur à l'extérieur au travers du muscle, attendu qu'il faut un troisième corps conducteur pour le constituer.

» M. Hermann admet également l'origine chimique pour le courant musculaire; ses expériences ont eu pour but de montrer que la section extérieure du muscle, qui est exposée à l'air et par suite à l'action de l'oxygène, est dans un état de décomposition plus active que l'intérieur du

muscle. Il a mis ce fait en évidence au moyen d'une expérience rapportée dans mon Mémoire. M. Hermann suppose encore que les parties tendineuses des muscles, qui sont plus fines et par cela même plus perméables à l'oxygène de l'air, sont dans un état de décomposition bien plus fort que les parties qui appartiennent au centre du muscle : ces parties doivent donc intervenir dans la production du courant musculaire.

» De nombreuses expériences m'ont démontré que ce courant a une origine physico-chimique. J'ai opéré d'abord avec un morceau de chair musculaire d'un bœuf récemment tué, intact, puis avec un autre réduit en pâte; on a introduit l'une des deux lames de platine, en relation avec un galvanomètre, dans l'intérieur de l'une des deux masses, et l'autre a été appliquée sur la surface qui est plus exposée à l'action de l'air que la partie intérieure. Les deux lames avaient été dépolarisées préalablement avec le plus grand soin; traitées d'abord à chaud par l'acide nitrique, chauffées au rouge, puis plongées dans l'eau distillée et employées quand toute trace de polarisation avait disparu; les expériences ont été recommencées en changeant de place les lames, après leur avoir fait subir les mêmes préparations pour les dépolariser : on a obtenu constamment un courant de l'intérieur du muscle à la surface, qui est positive. Dans ces expériences, l'organisation du muscle n'est donc entrée pour rien dans la production du phénomène dont l'origine est bien chimique.

» Un muscle de lapin nouvellement tué et intact a été soumis au même mode d'expérimentation; on a eu également un courant dirigé de l'intérieur à la surface; ce courant avait la même intensité au bout de vingt-quatre heures et même de quarante-huit heures. En introduisant le muscle dans une éprouvette remplie de gaz hydrogène, le même courant s'est manifesté; on en a indiqué précédemment la cause. Les effets ont été également les mêmes, en opérant dans l'azote et dans le vide barométrique; en continuant l'expérience, il arrive un instant où le courant diminue, devient nul, puis se manifeste en sens inverse. Ce renversement n'est-il pas dû à la putréfaction, qui rend acide l'intérieur du muscle? Ce phénomène est analogue à celui qui a lieu quand on expose à l'air du sang dans une soucoupe, la surface reste rouge et l'intérieur devient noir ou sang veineux; dans ce cas, la décomposition est plus grande au milieu qu'à la surface.

» Dans toutes ces expériences, le courant suit la même direction que le courant musculaire; le premier courant est bien dû à l'action oxydante de l'air; aucun doute ne pourrait être élevé à cet égard, car l'action de l'air est plus forte à la surface du muscle qu'à l'intérieur; or la surface devient

promptement acide, et le liquide qui l'humecte réagit sur celui de l'intérieur, qui l'est moins ou qui est alcalin, par l'intermédiaire des tissus qui les séparent; il en résulte alors un courant électrique dirigé comme celui que l'on observe. Quand la surface du muscle est desséchée, ce qui arrive quelques heures après, quand on expérimente dans un lieu sec et chaud, il y a absence de courant; mais en humectant légèrement la surface avec de l'eau distillée pour la rendre conductrice, le courant reparaît toujours dans la même direction et dure jusqu'à ce que la surface soit desséchée. Le phénomène est donc bien physico-chimique.

» Lorsqu'on cherche l'existence du courant musculaire sur un animal vivant, on est forcé de mettre à nu le muscle, qui s'oxyde au contact de l'air; de là, courant de l'intérieur à l'extérieur dans l'animal. Cet effet paraît être dû en partie à l'action de l'air et en partie à l'action de l'oxygène du sang artériel sur les parties constituantes du muscle. Le courant dont il est question est essentiellement distinct des courants électro-capillaires, qui ont une autre origine et auxquels j'attribue la respiration musculaire et la nutrition des tissus.

» Dans les expériences qui précèdent, le muscle a été pris à l'état de repos; quand il est à l'état de contraction, le courant change de direction; Matteucci attribue cet effet à la production d'un courant induit. M. du Bois-Reymond admet qu'au moment de la contraction, le courant est instantanément supprimé, sans donner de preuves à l'appui de cette explication. Mes expériences à cet égard feront l'objet d'une prochaine Communication à l'Académie, dans laquelle j'exposerai les recherches que j'ai entreprises sur l'électrotone, c'est-à-dire sur l'état du nerf parcouru par un courant électrique, et dont je rapporte les effets produits aux principes exposés dans ce Mémoire.

» Dans les expériences dont il vient d'être question, j'ai fait usage de deux lames de platine parfaitement dépolarisées, et non de lames de zinc amalgamées plongeant dans une dissolution de sulfate de zinc aussi neutre que possible; ces dernières ont l'avantage, à la vérité, ne se polarisant pas, de conserver la constance dans le courant, quand l'action qui le produit est elle-même constante, mais aussi on doit craindre que la dissolution du zinc, qui agit assez énergiquement sur les muscles et différemment suivant les parties qu'elle touche, ne complique les effets électriques observés, tandis qu'on n'a rien à craindre de semblable avec les lames de platine dépolarisées et sèches ou humectées d'eau distillée. Au surplus, l'expérience suivante montre l'inconvénient qu'il y aurait à employer, dans les

recherches dont il est question, ici, le zinc amalgamé sans des précautions particulières : si l'on pose sur les coussins de l'appareil de M. du Bois-Reymond la surface d'un muscle de bœuf, et que l'on introduise, dans l'intérieur, l'extrémité de l'autre coussin, on n'a aucun effet; mais si l'on enveloppe les deux extrémités de bandes épaisses de papier humecté d'eau distillée, afin que la dissolution de sulfate de zinc ne touche pas le muscle, on a alors les effets précédemment décrits.

» Il n'a été question encore que des muscles, mais les autres tissus respirent également dans les mêmes conditions. En soumettant à l'expérience des tendons frais de bœuf, on a trouvé qu'ils respiraient comme les muscles, en produisant du gaz acide carbonique. Voici le résultat d'une expérience faite avec 15 grammes de tendon, 75 centimètres cubes de gaz oxygène, et dont la durée a été de vingt-quatre heures.

Gaz oxygène.......	53^{cc},3
Acide carbonique...	14 ,7
Gaz disparu	7 ,0
	75 ,0

» Les 7 centimètres cubes de gaz disparus que sont-ils devenus? Ont-ils été absorbés, ou sont-ils entrés dans une nouvelle combinaison? En chauffant le tendon jusqu'à près de 70 degrés, il ne s'est pas dégagé de gaz; donc l'oxygène a formé probablement une combinaison qui est restée dans le tissu; pour savoir quel était le produit formé, on a mis un tendon dans une éprouvette remplie de gaz acide carbonique; on n'a pas tardé à remarquer une absorption de ce gaz; mais, comme la chaleur n'a pu le dégager, il faut en conclure que le tendon respire comme le muscle et qu'une portion du gaz acide carbonique produit est absorbée et entre peut-être dans une nouvelle combinaison faisant partie du tissu. Les tendons ont donné également un courant de l'intérieur à l'extérieur comme les muscles. La cause de sa production est la même, c'est-à-dire qu'elle est chimique.

» Les expériences sur les os ont conduit à des observations assez intéressantes; les os frais, du moins la matière organique qu'ils contiennent, respirent, comme on le reconnaît, en les mettant dans le gaz oxygène; ils se saturent en même temps d'acide carbonique comme les corps poreux; en introduisant les os saturés de gaz acide carbonique dans une éprouvette remplie de gaz oxygène, vingt-quatre heures après ce gaz contenait 3,25 pour 100 d'acide carbonique provenant ou de ce que l'oxygène s'était sub-

stitué à l'acide carbonique, ou bien de ce que l'oxygène avait réagi sur les matières organiques existant encore dans les os. Les os, comme les muscles et les tendons, donnent le courant de l'intérieur à l'extérieur : l'une des lames étant placée sur le périoste, l'autre dans l'intérieur. Les expériences dont on vient d'exposer les principaux résultats expliquent presque toutes les particularités du courant musculaire, et surtout la partie principale, qui est le courant de l'intérieur à l'extérieur dans l'organe (1). Je reviendrai, au surplus, sur ce phénomène dans un prochain Mémoire.

» Si l'on veut se rendre compte des effets électriques produits dans le muscle en repos, vivant ou mort, il faut se rappeler sa constitution, qui doit servir de base à l'explication des effets électriques produits dans l'un et l'autre cas.

» Les muscles sont composés de fibres musculaires primitives entourées d'une enveloppe élastique cellulaire, le *sarcolemme;* plusieurs fibres réunies ensemble forment un faisceau pourvu également d'une enveloppe nommée *perimysium;* plusieurs de ces faisceaux forment le muscle, qui est recouvert lui-même de l'aponévrose, membrane élastique. Il y a pénétration continuelle, dans le muscle, de tissus élastiques et de substances contractiles.

» Les tendons réunissent les fibres musculaires aux os; les uns et les autres sont également cellulaires. Les muscles renferment des vaisseaux, de la graisse et des nerfs. Les vaisseaux sè ramifient entre les fibres musculaires, et leur terminaison capillaire est formée de parois extrêmement fines. La substance musculaire, quand on a retiré le sang, contient un suc donnant la réaction alcaline, qui est également celle de la coupe d'un muscle vivant; cette réaction devient acide quand le muscle est en décomposition. L'explication du courant musculaire résulte de cet état de choses sans qu'il soit nécessaire d'entrer dans de nouveaux détails à cet égard.

» Est-il possible d'expliquer aussi le courant musculaire en faisant intervenir les courants électro-capillaires, avant que la décomposition commence? Je le prouve, en m'appuyant sur l'organisation du muscle et les courants électro-capillaires observés. Les courants électro-capillaires sont tellement constitués, que la surface extérieure de chaque enveloppe, soit du sarcolemme, soit du perimysium, soit de l'aponévrose, est positive, et la surface intérieure négative. Ce fait est démontré en introduisant une

(1) J'ai été aidé, dans les nombreuses analyses qui ont été faites depuis six mois, par M. Noaillon, jeune chimiste sorti du laboratoire de notre confrère M. Fremy.

lame de platine dans l'intérieur du muscle, cette lame traversant toutes les fibres et leurs enveloppes, et en appliquant une autre lame de platine sur la surface extérieure on doit avoir naturellement un courant de l'intérieur à l'extérieur, qui est la direction du courant musculaire. La lame intérieure traverse, à la vérité, toutes les fibres musculaires, et touche, par conséquent, les surfaces positives et négatives d'un certain nombre de fibres secondaires; tandis que la lame appliquée sur la surface extérieure étant positive, la lame intérieure s'emparant de l'électricité négative de l'enveloppe extérieure, on a alors un courant provenant de la décharge du couple extérieur, composé de l'enveloppe et de deux lames de platine.

» De semblables effets sont produits dans tous les tissus qui sont parcourus par une foule innombrable de courants électro-capillaires, partout où il y a des vaisseaux capillaires. La paroi intérieure de chaque vaisseau capillaire étant le pôle négatif, et la paroi extérieure le pôle positif, on conçoit, comme il suit, les effets produits: l'oxygène du sang artériel qui est fixé sur les globules, probablement par affinité capillaire, est déposé avec les acides organiques et autres composés électronégatifs résultant de la décomposition électro-chimique du sang, sur la surface extérieure où ils réagissent, par les principes hydrocarbonés des muscles; tandis que les éléments électropositifs, notamment les globules, se déposent sur la face intérieure des vaisseaux; les globules en perdant leur oxygène reçoivent en échange du gaz acide carbonique; ce gaz est ramené dans les capillaires avec les produits solubles résultant de la respiration musculaire, qui ne sont pas nécessaires à la nutrition, et cela par l'action des courants agissant mécaniquement du pôle positif au pôle négatif. Ces produits sont emportés ensuite par le sang, et, après avoir subi diverses modifications, dans des organes spéciaux, sortent de l'organisme : les uns, tels que l'acide carbonique et l'azote, par les poumons, les autres par diverses voies; mais là ne s'arrête pas leur intervention : les parois des pores des tissus, qui ne sont autres que les électrodes des couples électro-capillaires, étant elles-mêmes altérables, les éléments transportés par les courants réagissent sur ces parois; des produits sont enlevés, d'autres s'y déposent, de sorte que les parties constituantes des tissus sont sans cesse renouvelées par des actions lentes non interrompues. Voilà comment la vie paraît s'entretenir dans toutes les parties de l'organisme.

» J'ai dit, en commençant, que la cause de l'irritabilité des tissus pendant la vie, et quelque temps après, était inconnue, et que les tentatives faites

jusqu'ici pour lui donner une origine électrique avaient été infructueuses; je ne puis cependant passer sous silence une conséquence que l'on peut tirer des faits exposés dans ce Mémoire, avec toute réserve cependant. Les parties les plus élémentaires des tissus sont parcourues par un nombre prodigieux de courants électriques doués d'une certaine intensité, et qui circulent sans cesse dans des directions perpendiculaires aux vaisseaux capillaires : ne peut-on pas attribuer une partie de la propriété contractile que possèdent les fibriles musculaires, ainsi que les muscles, à l'action de ces courants qui s'attirent ou se repoussent, suivant leurs directions, et à leur action sur les nerfs qu'ils irritent sans cesse?

» Telles sont les conséquences que l'on peut tirer des actions électro-capillaires qui existent dans toutes les parties de l'organisme, même dans le cerveau.

» Je ne puis entrer, ici, dans plus de détails sur les effets produits dans les tissus des corps vivants, effets qui ne sont pas entièrement semblables à ceux que présentent les mêmes tissus séparés de ces corps. Il ne faut pas toutefois considérer les courants électro-capillaires comme les forces primitives des corps vivants, car ils n'agissent que lorsque ces corps sont créés, leurs organes formés; ce sont des effets qui deviennent causes de la respiration et de la nutrition des tissus. Ces phénomènes cessent avec la vie, quand les tissus ont perdu leur irritabilité; les pores s'obstruent alors par la coagulation du sang; les phénomènes électro-capillaires cessent; tous les éléments organiques sont alors livrés à l'action des forces chimiques qui finissent par détruire toutes traces d'organisation. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Note en réponse à la dernière Communication de* M. Pasteur *sur le chauffage des vins; par* **M. de Vergnette-Lamotte.**

« Les découvertes scientifiques sont les seules qui soient de nature à être portées devant l'Académie, et il me semble que les questions de brevet d'invention et de priorité, qui sont très-secondaires pour elle, ne devraient jamais lui être soumises.

» Je n'avais donc pas l'intention de répondre aux attaques passionnées que M. Pasteur a dirigées contre moi, et je voulais laisser au temps, qui fait justice de toutes les exagérations, le soin d'établir la part réelle qui me revient dans l'importante question du chauffage des vins.

» Mais en présence des citations incomplètes qui ont été faites de mes

travaux, j'ai pensé qu'il m'était impossible de garder le silence; je demanderai donc à l'Académie la permission de répondre quelques mots seulement à la dernière Communication de M. Pasteur.

» Je n'accepte pas l'interprétation qu'en plusieurs circonstances mon savant contradicteur a donnée de mes publications sur le chauffage des vins, et je proteste surtout de la manière la plus formelle contre la conclusion dérisoire qu'il lui a plu d'en déduire dans cette Communication.

» J'ai été péniblement surpris de trouver dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* cette phrase de M. Pasteur :

« Le procédé de M. de Vergnette est si mauvais qu'on pourrait l'intituler » dérisoirement, mais justement : *Procédé pour altérer la finesse et le bouquet* » *des vins fins de la Bourgogne, ou pour les rendre malades plus vite et plus* » *complétement qu'en les laissant dans la cave.* »

» M. Pasteur aurait pu, d'ailleurs, trouver dans un de mes Mémoires le passage suivant :

« Nous avons répété cette expérience (le chauffage en vase clos) sur » d'autres vins à l'époque de leur mise en bouteilles, et toujours nous avons » réussi, en faisant varier la température du bain-marie de 50 à 75 degrés » centigrades, à préserver les vins de qualité soumis à ces essais de toute » altération ultérieure. »

» J'ajouterai que cette phrase se trouve dans un Mémoire publié, en 1850, dans les *Annales de la Société centrale d'Agriculture*, et qui est, par conséquent, antérieur de *quinze années* aux plus anciens travaux de M. Pasteur sur le chauffage des vins.

» Cette citation si précise répond, l'Académie voudra bien me l'accorder, je l'espère, à toutes les attaques qui ont été dirigées contre moi.

» Maintenant, quel a été le but que j'ai poursuivi depuis 1846?

» Le principe de la conservation des vins a été trouvé par Appert, comme je l'ai toujours dit dans mes Mémoires; mais il restait à fixer dans quelles conditions il pouvait s'établir utilement. Devait-on adopter, comme Appert le pensait, la température de conservation fixe et invariable de 70 degrés C.? Pouvait-on appliquer le chauffage à tous les vins? N'était-il pas important de tenir compte de leur âge, de leur composition, de la quantité d'alcool qu'ils contiennent, de la finesse des vins, de leur susceptibilité, etc., etc.? Ce sont toutes ces questions que j'étudie depuis longtemps et qui m'occupent encore.

» En résumé, je n'ai jamais eu la prétention de m'attribuer une découverte qui appartient à Appert. Il ne m'est jamais venu dans l'esprit de ga-

rantir par des brevets d'invention les faits nouveaux que je crois avoir découverts.

» Mon seul but a été de consacrer mes efforts à l'étude d'une question qui intéresse à un haut degré notre industrie nationale; et l'on me rendra cette justice que j'ai constamment pris soin de laisser de côté ce qu'il pouvait y avoir d'irritant et de personnel dans ces débats. »

« **M. H. Sainte-Claire Deville**, en l'absence de son confrère M. Pasteur, dit qu'à sa connaissance personnelle M. Pasteur n'a pris de brevet que pour réserver ses droits de priorité, et, ainsi qu'il l'a fait connaître immédiatement, pour empêcher que le bénéfice de ses travaux ne fût enlevé au public. »

« **M. Boussingault** rappelle que cette déclaration a été faite devant l'Académie par M. Pasteur lui-même depuis longtemps. »

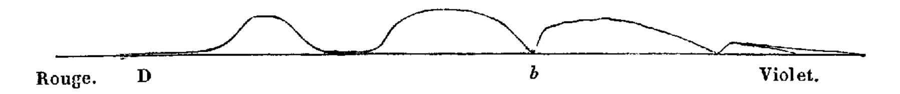
ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur le spectre de la planète Neptune et sur quelques faits d'analyse spectrale.* Lettre du **P. Secchi** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Rome, ce 2 novembre 1869.

» Dans une de mes Communications précédentes, j'ai remarqué la constitution spéciale de l'atmosphère d'Uranus, qui, à l'analyse spectrale, présentait des bandes d'absorption qui ne se trouvent pas dans la lumière solaire. Je viens de trouver qu'un caractère semblable se retrouve pour Neptune. Le spectre de cette planète, sans être identique à celui d'Uranus, présente des bandes assez remarquables au point de vue des conséquences qu'on peut en déduire quant à sa constitution physique.

» Le spectre de Neptune contient trois bandes principales. La première et la plus tranchée se trouve à la limite entre le vert et le jaune, environ à moitié distance entre D et *b* : elle est assez large, et mal terminée ou nébuleuse des deux côtés. En allant de cette bande noire vers le rouge, on trouve une bande jaune assez lumineuse, qui paraît terminer brusquement le spectre, et dans laquelle on ne peut pas distinguer de couleur rouge. Je crois que cette absence du rouge n'est pas due à un défaut d'intensité absolue dans la lumière, car les étoiles qui ont la même grandeur apparente que Neptune dans le chercheur donnent un spectre riche en rouge. L'absence du rouge tient donc à une absorption.

» La deuxième bande noire est à la place de la raie solaire *b* : elle est assez bien définie, mais plus faible, plus étroite et plus difficile à saisir que la précédente. La troisième reste dans le bleu, à une distance supérieure au tiers de celle qui sépare les deux précédentes, et est encore plus faible que la deuxième. Voici à peu près la distribution de la lumière dans ce spectre.



» Ce spectre se trouve assez bien d'accord avec la couleur de la planète, qui est une belle couleur d'eau de mer, indiquant par cela même une forte absorption du rouge et du jaune. Ce qui rend ce spectre intéressant, c'est que les bandes noires coïncident avec les bandes lumineuses de certaines comètes, et avec les bandes obscures des étoiles de quatrième type. Ces bandes pourraient donc être dues au carbone, car la raie *b* peut bien appartenir à ce gaz. Mais les mesures exactes (comme on peut le prévoir) sont très-difficiles, et il faudra attendre des soirées exceptionnellement claires, ou employer des instruments plus puissants.

» Les conditions des observations faites jusqu'ici n'ont pas été très-favorables sous le rapport de la clarté, quoique la netteté fût admirable. J'ai profité de cette dernière circonstance pour vérifier ce que j'avais observé autrefois, c'est-à-dire que Neptune, avec de forts grossissements, perd son contour bien défini et paraît un peu nébuleux au bord. J'ai fait hier soir (10^h50^m) la comparaison avec Jupiter et ses satellites. Cette planète se voyait admirablement. La bande équatoriale était tout entière formée de gros *cumuli* agglomérés comme un amas de bosses sphériques, qui, avec un grossissement exagéré, paraissaient même un assemblage de petits cercles brillants (apparence déjà constatée autrefois par les observateurs anglais); mais, en réglant convenablement le grossissement, on voyait nettement que c'était un vaste système de gros *cumuli*. La couleur du fond de cette zone était rose. Les deux zones parallèles et latérales étaient blanches éclatantes, et l'une d'elles (la zone australe) était divisée en deux par une ligne sombre, presque de la même largeur que celles qui séparaient les bandes principales : par contraste, ces deux zones paraissaient verdâtres. Les calottes étaient d'un rose foncé cendré, et parsemées d'un grand nombre de filets parallèles, qui les subdivisaient. Les satellites montraient leurs disques nettement terminés.

» Or, malgré cette excellente délimitation, le bord de Neptune perdait

toute sa netteté lorsqu'on poussait le grossissement à 350 fois, grossissement que Jupiter et ses satellites supportaient parfaitement. Il semble donc que cette planète soit environnée d'une nébulosité très-considérable, dont la nature chimique pourra être reconnue plus exactement par des instruments plus puissants.

» J'ai vu dans les *Comptes rendus* (t. LXIX, p. 689) que M. Zœllner vient de construire un système combiné d'un héliomètre et de prismes, pour avoir deux spectres opposés, superposables dans le champ de vision, et pouvoir ainsi reconnaître les plus faibles déplacements des raies des étoiles. Qu'on me permette de dire que, dès le mois de mars de l'année dernière, j'ai fait des essais dans cette direction, et que j'y ai réussi, même sans l'intervention de l'héliomètre. Celui-ci n'est nullement nécessaire; il suffit que les deux prismes à vision directe ne soient pas isoscèles, c'est-à-dire n'aient pas les faces également inclinées sur l'axe. Ayant fait couper en deux un prisme de M. Merz qui n'était pas isoscèle, j'ai obtenu deux prismes qui, disposés dans le champ de la lunette en sens inverse, pouvaient, par un mouvement angulaire relatif de leurs axes, déplacer les raies d'un intervalle très-considérable : on pouvait ainsi superposer celles que l'on voulait. Cependant, sous le rapport de l'intensité de la lumière, ce système n'a pas eu pour moi le même avantage que l'autre que j'emploie habituellement. Je ne doute pas cependant que ce double prisme, mieux appliqué que je n'ai pu le faire ici (faute de moyens convenables), ne doive réussir parfaitement.

» En observant le spectre de quelques gaz, j'ai observé un fait qui peut-être n'est pas nouveau, mais que je ne trouve pas cité : il offre une relation étroite avec les belles recherches de M. Wüllner sur les spectres de gaz à différentes pressions et températures. J'ai remarqué que le spectre, dans les boules des tubes de Geissler, n'est pas toujours le même que dans le tube capillaire, et cela surtout sur la gaîne lumineuse qui enveloppe un des rhéophores. La différence n'est pas explicable par une simple différence d'intensité dans la lumière : c'est une diversité spécifique, telle qu'on rencontre dans les spectres des *différents ordres* dans les gaz. Ainsi, dans l'azote, le système des bandes est tout à fait différent dans la boule, dans la gaîne lumineuse du fil, et dans le tube capillaire. La partie bleue ne présente, dans la première, que deux ou trois bandes très-espacées dans le bleu, au lieu de la belle série de cannelures qu'on voit dans le tube capillaire. Ces bandes sont nébuleuses avec un petit spectro-

scope; peut-être avec un instrument plus fort seront-elles résolubles et en relation avec les bandes du spectre de second ordre de Plücker : mais je n'ai pas encore eu le temps de m'en occuper en détail. Dans le rouge, les variations ne sont pas aussi considérables. J'ai vérifié ce fait, non-seulement avec des tubes de Geissler (qui sont très-purs), mais encore avec ceux de M. Alvergnat, et avec les tubes ordinaires du commerce. Seulement, dans ceux-ci, l'intensité relative des bandes est un peu variable. Dans la vapeur de brome, se forment des bandes intermédiaires aux bandes plus espacées qu'on voit dans le tube capillaire. L'hydrogène même présente des différences, mais elles ne sont pas aussi saillantes, et je ne les ai pas assez étudiées. J'ai observé que, dans les tubes pleins de vapeur de brome et de chlore, la décharge électrique ne se propage pas par des ondulations lumineuses, comme on sait que cela a lieu pour les autres gaz; mais il se produit dans l'intérieur un ruban de lumière continu, qui ne remplit pas tout le tube plus large qui est en connexion avec le tube capillaire : cette bande présente des particularités remarquables dans le spectre.

» Ces faits sont intéressants en ce qu'ils montrent que, sous la même pression, les différences de température qui existent dans les différentes parties du circuit de la décharge suffisent, à elles seules, pour produire des altérations dans les spectres. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur une nouvelle disposition, propre à l'observation spectrale des petites étoiles, et sur les étoiles filantes du 14 novembre.* Lettre du **P. Secchi** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Rome, 15 novembre 1869.

» Les expériences que M. Wüllner vient de faire, concernant l'apparence du spectre de l'hydrogène sous différentes pressions, m'ont engagé à faire une nouvelle revue des spectres stellaires, en augmentant le plus possible la dispersion, tout en conservant, s'il était possible, une intensité de lumière suffisante pour pouvoir examiner des étoiles de petite grandeur. Je viens d'obtenir un résultat qui intéressera peut-être l'Académie, et je me permets de le lui communiquer, quoique ces études soient seulement ébauchées.

» Le moyen que j'ai employé est celui qui a été primitivement adopté par Fraunhofer : il consiste à mettre un prisme devant l'objectif. Pour des raisons d'économie, j'ai dû borner la grandeur de ce prisme à 6 pouces seulement (= 16 centimètres) de diamètre : son angle réfringent est de

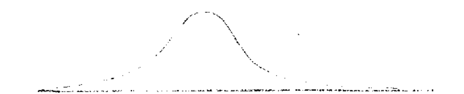
12 degrés: il est formé d'un flint très-pur. Supporté par une armature convenable, il est placé avant l'objectif du grand équatorial et est capable d'une rectification complète en tous sens. L'ouverture du réfracteur reste ainsi réduite de plus de la moitié de sa surface; mais, malgré cela, la lumière est si intense qu'elle surpasse beaucoup celle qu'on obtient avec l'interposition des prismes à vision directe près de l'oculaire. La dispersion est si considérable qu'elle surpasse, de six fois au moins, celle que j'ai obtenue avec l'oculaire spectroscopique plus puissant, et même avec le spectroscope composé sans fente, à lentille cylindrique, que j'ai employé primitivement. Pour élargir l'image, on place une lentille cylindrique un peu avant l'oculaire, ou l'on regarde simplement avec un oculaire formé de deux lentilles cylindriques. Les oculaires les plus faibles du réfracteur à lentilles sphériques, combinés avec la lentille cylindrique, suffisent pour toutes les observations les plus importantes. En changeant l'oculaire, on augmente la largeur et la distance des raies à volonté. Le seul inconvénient est qu'il devient un peu moins facile qu'à l'ordinaire de retrouver les objets, mais cette difficulté disparaîtra dans un arrangement définitif. Ce superbe appareil sort de chez M. Merz, de Munich, qui y a mis tous les soins possibles : nous verrons qu'il est parfaitement réussi. Je laisse de côté, pour le moment, les détails que présente l'instrument, et qu'il n'est pas nécessaire de décrire.

» Je vais maintenant exposer les premiers résultats obtenus avec une installation provisoire.

» Le premier est relatif aux bandes de l'hydrogène des étoiles du premier type. Ces bandes, avec des grossissements ordinaires, paraissent comme de fortes lignes noires, très-tranchées et considérablement larges. Dès mes premières études, j'avais constaté cependant que la bande γ de Sirius n'était pas bien définie; elle était garnie de deux battants nébuleux. En poussant à trois prismes la dispersion, avec le spectroscope à fente, pour cette étoile, on voyait nettement cette structure; mais on ne pouvait employer ce moyen pour les autres étoiles, la lumière faisant défaut. Avec l'instrument actuel, on trouve, non-seulement dans Sirius, mais dans toutes les étoiles de ce premier type, que cette bande est très-diffuse aux bords et d'une largeur considérable, quoique variable d'une étoile à l'autre. Ainsi, par exemple, dans α Pégase, elle est considérablement plus large et plus diffuse que dans Sirius lui-même et dans α Lyre.

» J'ai soupçonné au commencement que cela pouvait être dû à un défaut du prisme, mais j'ai reconnu que ce n'était pas une illusion. Car, ayant dirigé l'instrument sur α Orion et β Pégase, j'ai vu, avec la plus admirable

netteté et le plus vif éclat, les lignes métalliques qui sont produites par ces étoiles. La diffusion des zones de l'hydrogène dans ces étoiles de premier type est donc un fait incontestable. Dans Sirius et dans α Lyre, on peut à peu près tracer la courbe de l'intensité de cette bande comme ci-contre, les ordonnées exprimant l'obscurité :



» Ce fait acquiert une grande importance quand on le rapproche des expériences de M. Wüllner. Ce savant, en effet, a retrouvé que, sous une pression supérieure à une atmosphère terrestre, et surtout entre 2 et 3 atmosphères, le spectre de l'hydrogène présente justement les raies très-éloignées et diffuses aux bords, au point qu'elles ressemblent à des bandes plus claires sur le fond général du spectre du gaz, qui est alors continu. Il résulterait donc de là que ce gaz, dans les étoiles de premier type, serait incandescent sous une pression qui pourrait atteindre à 3 de nos atmosphères. Les bandes qu'on voit dans les étoiles sont généralement au nombre de quatre, et toutes sont très-diffuses aux bords, comme cela arrive dans les spectres artificiels.

» Un autre résultat que m'ont présenté ces recherches préliminaires a été la vérification d'une idée conçue depuis longtemps, en examinant le spectre des taches solaires, et son analogie avec le spectre des étoiles rouges. J'ai remarqué alors que, dans le spectre des taches, on a des raies brillantes, celles qui ne subissent aucune absorption; mais qu'elles sont séparées par des systèmes de lignes parallèles, très-serrées et nébuleuses, ou *persiennes*. La position des raies brillantes dans les étoiles était sensiblement la même que dans les taches, mais les persiennes paraissaient remplacées par de simples lignes noires. Or l'instrument actuel vient de montrer que ces lignes noires sont composées d'autres lignes plus fines, et que ce sont de véritables persiennes qui séparent les lignes brillantes. L'irradiation de celles-ci, en dilatant l'image lumineuse, cachait en partie les images sombres. Il paraît qu'une cause semblable fait disparaître la nébulosité dans les bandes de l'hydrogène, qui paraissent alors bien limitées.

» Enfin j'ai eu la satisfaction de constater que les grandes figures des spectres de α Orion, α Scorpion et α Taureau, publiées en 1867, quoique faites avec un instrument de moindre force, sont très-exactes : elles n'auront à recevoir que des perfectionnements, dus à d'une plus grande facilité dans les mesures, et à une intensité plus grande de lumière.

» En résumé, on voit que la condition atmosphérique des étoiles blanches et des jaunes et des rouges est bien différente, et que la pression et la température doivent y être aussi également diverses. Le Soleil paraît contenir l'hydrogène sous une pression qui peut arriver et même surpasser 400 millimètres (1). On peut même supposer que, dans quelques régions, cette pression est surpassée, car la raie C paraît bordée à l'extérieur du disque de deux bandes sombres, qui ne paraissent pas produites par un effet de contraste, et qui pourraient être dues à l'absorption des bandes s'épanouissant à côté de cette raie pour des pressions plus considérables.

» A ce propos il était intéressant d'étudier avec soin, pour le Soleil, les conditions pratiques de visibilité directe des protubérances entières. Une comparaison faite entre le grand équatorial de Merz, et le petit de Cauchoi, m'a conduit à cette conséquence qu'une image directe du Soleil plus petite rend l'observation de ces objets plus facile : *il faut que la grandeur linéaire des images des protubérances ne soit pas plus grande que la largeur de la fente* : de là il suit que les grands instruments, qui donnent des images considérables et grandes, sont moins propres à ces observations, car pour voir les protubérances entières il faudrait élargir tellement la fente que la lumière serait intolérable. Les possesseurs de médiocres instruments pourront donc suivre les phases des protubérances avec la même assiduité que celles des taches, surtout en s'aidant d'un léger verre rouge.

» Je me propose de continuer les recherches stellaires après que l'appareil sera définitivement arrangé. Mais on voit, dès à présent, que même cette branche de recherches va tomber dans le domaine des petits instruments, car une ouverture de 6 pouces suffit pour avoir des résultats d'une grande perfection.

» *P. S.* L'observation des étoiles filantes du matin du 14 novembre a été ici grandement contrariée par l'état du ciel. Nous n'avons eu que quelques rares éclaircies, et le ciel n'a guère été à peu près découvert que pendant une demi-heure environ. Nous avons profité de cela pour constater la reproduction de l'apparition des météores : entre 2^h35^m et 3^h15^m, nous en avons observé 183. Ce nombre n'est pas très-différent de celui que nous avons obtenu l'année dernière *à la même heure*. Le ciel s'est couvert peu après complétement, et nous avons interrompu l'observation. Nous

(1) *Voir* l'extrait du travail de M. Wüllner. — *Bibl. univ. de Genève, arch. des sciences nat.*, 15 septembre 1869, p. 37.

avons remarqué que les météores étaient très-rares près du radiant, ce qui rend un peu difficile de déterminer ce point. Le plus grand nombre a paru dans l'hémisphère O.-N.-E. Trois ou quatre ont été directement opposés au point de radiation, qui paraissait placé au sommet inférieur d'un triangle équilatéral dont la base était formée par les étoiles ε et μ du Lion. Mais, je le répète, cette détermination ne peut prétendre à une grande précision. On a vu six ou sept bolides magnifiques, mais aucun n'a laissé, comme l'année dernière, de nuage permanent au delà de quelques secondes. Le soir précédent et le matin du 13, il y avait eu quelques météores brillants, mais sporadiques, ou divergents du Taureau. On n'a pas pu faire d'observations pendant l'heure du maximum de l'année dernière. Ce qu'on peut constater après cela est : 1° que l'apparition a été de retour; 2° qu'elle ne doit pas avoir été supérieure à celle de l'année dernière. »

M. d'Omalius d'Halloy fait hommage à l'Académie de la cinquième édition de son ouvrage « Races humaines, ou Éléments d'ethnographie ».

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section de Botanique, en remplacement de *M. de Martius.*

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 41,

M. Pringsheim obtient. . . .	32	suffrages.
M. Parlatore.	5	»
M. Gœppert.	3	»
M. Asa Gray.	1	»

M. Pringsheim, ayant réuni le majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

THERMODYNAMIQUE. — *Addition au précédent Mémoire sur les fonctions caractéristiques.* Note de **M. F. Massieu**, présentée par M. Combes.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Combes, Regnault, Bertrand.)

« J'ai terminé le Mémoire présenté à l'Académie le 18 octobre, en faisant remarquer que, pour édifier la théorie complète des vapeurs saturées

et surchauffées, il suffisait de demander à l'expérience les expressions : 1° de la chaleur spécifique c du liquide; 2° de sa chaleur d'évaporation r; 3° de la chaleur spécifique k de sa vapeur à pression constante.

» Cette conclusion résultait *à posteriori* de la théorie même; mais j'ai reconnu qu'il était possible de l'établir de prime abord par un procédé qui a l'avantage de conduire plus simplement à la connaissance de la fonction caractéristique et de montrer la liaison de cette fonction avec d'autres fonctions déjà introduites dans la science, savoir : l'entropie S et l'énergie ou chaleur interne U. Je rappellerai d'ailleurs qu'une fois la fonction caractéristique d'un corps déterminée, la théorie thermodynamique de ce corps est faite.

» **I.** Les variables indépendantes étant le volume v et la température t du corps, et ψ étant la fonction caractéristique, on a, en général,

$$d\psi = \frac{U}{T^2}\,dt + \frac{Ap}{T}\,dv; \tag{1}$$

d'où l'on conclut

$$U = T^2\frac{d\psi}{dt}, \tag{2}$$

$$Ap = T\frac{d\psi}{dv}. \tag{3}$$

» On a aussi, d'une manière générale,

$$ds = \frac{dQ}{T} = \frac{dU + A p\,dv}{T}.$$

» En remplaçant dU et p par leurs valeurs tirées des équations (2) et (3) et réduisant, on trouve, comme je l'ai montré,

$$S = \psi + T\frac{d\psi}{dt}.$$

» En tirant de l'équation (2) la valeur de $\frac{d\psi}{dt}$, il vient

$$\psi = S - \frac{U}{T}.$$

Or, pour avoir S et U, et par suite ψ, il suffit de connaître quelles sont les quantités élémentaires de chaleur dQ qu'il faut fournir au corps suivant un cycle quelconque, pour le faire passer d'un état initial à un état déterminé, et en outre l'accroissement dU de sa chaleur interne pour les différents éléments de ce cycle, ou de tout autre cycle, reliant le même état initial au même état final.

» k et k' étant les deux chaleurs spécifiques à pression constante et à volume constant, si l'on fait passer un gaz, par exemple, de l'état (v_0, t_0) à l'état (v, t), on aura

$$U = k'(t - t_0).$$

» Pour avoir S, portons d'abord le gaz, sous pression constante, du volume v_0 au volume v, il aura alors la température θ, et Θ sera égal à $\frac{v T_0}{v_0}$; portons-le ensuite, à volume constant, de la température θ à la température t, nous aurons

$$S = \int_{t_0}^{\theta} \frac{k\,dt}{T} + \int_{\theta}^{t} \frac{k'\,dt}{T} = k' \log T + (k - k') \log \Theta - k \log T_0.$$

» Remplaçons Θ par $v\frac{T_0}{v_0}$, négligeons les constantes, et il viendra

$$\psi = S - \frac{U}{T} = k' \log T + (k - k') \log v + \frac{k' T_0}{T}.$$

» Pour un mélange formé d'un poids m de vapeur et d'un poids $(1 - m)$ de liquide, on a, en désignant par e le volume de 1 kilogramme de ce liquide,

$$U = \int_0^t c\,dt + mr - Ap(v - e),$$

$$S = \int_0^t \frac{c\,dt}{T} + \frac{mr}{T};$$

d'où l'on conclut

$$\psi = S - \frac{U}{T} = \int_0^t \frac{c\,dt}{T} - \frac{1}{T}\int_0^t c\,dt + \frac{Ap}{T}(v - e),$$

ou, en désignant par L la quantité $\int_0^t c\,dt$,

$$\psi = \int_0^t \frac{L\,dt}{T^2} + \frac{Ap(v - e)}{T}.$$

» II. En prenant pour variables t et p, ψ' étant la fonction caractéristique, et U' la quantité $U + Apv$, on a, d'une manière générale,

(1 *bis*) $$d\psi' = \frac{U'}{T^2}dt - \frac{Av}{T}dp;$$

d'où

(2 *bis*) $$U' = T^2 \frac{d\psi'}{dt},$$

(3 *bis*) $$Av = -T\frac{d\psi'}{dp}.$$

» On a aussi, d'une manière générale,

$$dQ = dU + Ap\,dv = dU' - Av\,dp;$$

d'où

$$dS = \frac{dU'}{T} - \frac{AV\,dp}{T}.$$

Substituant dans cette expression les valeurs de dU' et de AV tirées des équations (2 *bis*) et (3 *bis*), et intégrant, on a

$$S = \psi' + T\frac{d\psi'}{dt}.$$

Remplaçant enfin $\frac{d\psi'}{dt}$ par sa valeur tirée de l'équation (2 *bis*), il vient

$$\psi' = S - \frac{U'}{T}.$$

» On voit que les fonctions ψ et ψ' ne sont égales, les constantes étant négligées, qu'autant que $\frac{U}{T} - \frac{U'}{T}$ ou $\frac{Apv}{T}$ est une constante, ce qui n'a lieu que pour les gaz.

» Pour avoir la fonction ψ' relative aux vapeurs surchauffées, prenons 1 kilogramme du liquide, chauffons-le de zéro jusqu'à la température θ, vaporisons-le sous la pressiou p qui correspond à θ, enfin surchauffons-le jusqu'à la température t sous la même pression, nous aurons

$$U = \int_0^\theta c\,dt' + r + \int_0^t k\,dt' - Ap(v - e).$$

» Pour éviter les ambiguïtés, je désigne par t' la température variable sous le signe $\int$; la relation précédente donne

$$U' = U + Apv = \int_0^\theta c\,dt' + r + \int_\theta^t k\,dt' + Ape,$$

ou, en remarquant que la chaleur totale λ du liquide est égale à $\int_0^\theta c\,dt' + r$,

$$U' = \lambda + Ape + \int_\theta^t k\,dt'.$$

On aura d'ailleurs, pour la même transformation du corps, ou, si l'on veut, pour le même cycle,

$$S = \int_0^\theta \frac{c\,dt'}{T'} + \frac{r}{\Theta} + \int_0^t \frac{k\,dt'}{T'},$$

et, par suite,

$$\psi' = S - \frac{U'}{T} = \int_0^\theta \frac{c\,dt'}{T'} + \frac{r}{\Theta} - \frac{\lambda + Ape}{T} + \int_0^t \frac{k\,dt'}{T'} - \frac{1}{T}\int_a^t k\,dt',$$

expression valable en dehors de toute hypothèse sur la chaleur spécifique k de la vapeur, et qui permet d'obtenir tous les éléments ou coefficients relatifs aux vapeurs surchauffées; si, par exemple, on désigne toujours par β le coefficient moyen de dilatation à pression constante, de la température de saturation θ à la température t, on obtient facilement

$$\beta = \frac{1}{\Theta} + \frac{k_0 - \frac{d\lambda}{d\theta}}{r} - \frac{\Theta}{r(T-\Theta)}\int_0^t \frac{T - T'}{T'}\frac{dk}{d\theta}\,dt',$$

où k_0 est la valeur de k pour $t = \theta$, c'est-à-dire à la saturation. Cette expression montre que β ne varierait pas avec la surchauffe si $\frac{dk}{d\theta}$ était nul, c'est-à-dire si la chaleur spécifique ne variait pas avec la pression. »

MÉCANIQUE. — *Essai sur le mouvement d'un projectile dans l'air;* *par* **M. P. Gauthier**. (Extrait par l'Auteur.)

(Commissaires : MM. Morin, Bertrand, Phillips.)

« Les géomètres qui se sont occupés du mouvement d'un projectile dans un milieu résistant ont toujours réduit le corps à son centre de gravité, et remplacé la résistance du milieu par une force appliquée à ce point, suivant la tangente à la trajectoire et en sens contraire de la vitesse. Cela est légitime lorsque le projectile est sphérique et que son centre de gravité coïncide avec son centre de figure; jusqu'à ces dernières années, on n'en employait pas d'autres.

» L'invention des canons rayés a permis d'employer des projectiles allongés. Dès lors, il n'est plus possible de remplacer la résistance du milieu par une force appliquée au centre de gravité. Il est nécessaire, dans l'étude analytique du mouvement des différents projectiles, de tenir compte de la forme de la surface et de la vitesse de rotation que le projectile prend en vertu de la rayure du canon.

» C'est ce que j'ai tenté de faire dans un premier travail présenté comme thèse à la Faculté des Sciences de Paris, en novembre 1867.

» Voici les principes admis pour la mise en équation du problème :

» Quand un corps se déplace, les éléments de sa surface n'agissent pas

de la même manière sur l'air qui les touche. La surface doit être considérée comme partagée en deux régions : l'une qui sort de l'espace actuellement occupé par le corps et l'autre qui pénètre dans cet espace.

» Les éléments de surface appartenant à la première région compriment l'air; ils supportent donc la pression atmosphérique ordinaire et, en outre, une résistance normale, dirigée de dehors en dedans, et dont la grandeur dépend de la compression éprouvée par l'air. Les éléments de la deuxième région se trouvent en contact avec un air dilaté; ils supportent alors une pression moindre que la pression atmosphérique ordinaire. On peut dire qu'ils supportent une pression égale à la pression ordinaire, à la condition de leur appliquer une force normale de sens contraire, c'est-à-dire dirigée de dedans en dehors, et dont la grandeur dépend de la dilatation de l'air.

» Enfin, dans chaque région, les résistances élémentaires ne sont pas égales, parce que, les vitesses des éléments de surface n'étant pas égales, la compression ou la dilatation de l'air n'est pas la même. Cette compression ou cette dilatation ne dépendant que de la vitesse normale de l'élément, on admet que la résistance élémentaire de l'air diffère de la pression ordinaire d'une quantité proportionnelle à une certaine puissance de la vitesse normale de l'élément sur lequel il agit.

» Deux hypothèses ont été adoptées successivement :

» 1° La pression élémentaire est égale à la pression atmosphérique, augmentée ou diminuée d'une force proportionnelle à la vitesse;

» 2° La pression élémentaire est égale à la pression atmosphérique, augmentée ou diminuée d'une force proportionnelle au cube de la vitesse.

» Dans l'une et l'autre hypothèse, on est arrivé aux conséquences suivantes :

» 1° L'axe de révolution, au lieu de rester parallèle à lui-même, comme cela se ferait dans le vide, se déplace constamment. On se rend compte de son mouvement en imaginant qu'il engendre un cône de révolution, en tournant autour de l'axe de ce cône avec une vitesse constante et très-grande, et faisant avec lui un angle très-petit, cette vitesse ayant le sens de la vitesse du projectile autour de l'axe de figure. Ce mouvement constitue la *nutation* de l'axe de figure.

» 2° L'axe du cône de nutation représente la position moyenne de l'axe du projectile. Cet axe, au lieu d'avoir une direction fixe, s'écarte de plus en plus du plan vertical du tir qui le contenait d'abord, en s'inclinant peu à peu sur l'horizon. Ce second mouvement constitue le mouvement de *précession* de l'axe de figure.

» 3° Le centre de gravité, au lieu de rester constamment dans le plan vertical du tir, s'éloigne de plus en plus de ce plan. Cette déviation latérale du centre de gravité constitue la *dérivation* du projectile.

» L'intégration des équations différentielles du mouvement avait été faite approximativement dans une hypothèse particulière. On avait supposé que le coefficient du terme qui dépend de la vitesse dans l'expression de la résistance de l'air était assez petit pour que toutes les inconnues fussent développables en séries, *très-rapidement* convergentes, ordonnées suivant les puissances croissantes de ce coefficient. Or il peut très-bien se faire que cette hypothèse soit contraire à la réalité, c'est-à-dire que le coefficient qu'il faut choisir, pour que la résistance élémentaire de l'air soit à peu près ce qu'elle est réellement, peut être assez fort pour que les séries soient divergentes, ou ne deviennent convergentes qu'à partir d'un terme de rang éloigné.

» Le Mémoire que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie a pour objet d'écarter cette difficulté, en adoptant une autre méthode d'intégration approchée. La mise en équation du problème repose sur les principes adoptés dans le premier travail. On admet que chaque élément de surface supporte une pression égale au produit de la pression atmosphérique par une fonction de la vitesse normale de l'élément, la vitesse normale étant considérée comme positive lorsque l'élément sort de l'espace actuellement occupé par le corps, et comme négative lorsque l'élément pénètre dans cet espace. Cette fonction doit être croissante et se réduire à l'unité quand la vitesse s'annule. Elle est inconnue, mais on peut la supposer développée suivant les puissances croissantes de la vitesse. Dans cet essai, le calcul a été fait en ne conservant que les quatre premiers termes de ce développement.

» Dans les expressions algébriques des forces et de leurs moments, on a pu, au moyen d'un changement de variable indépendante, n'avoir en évidence que des inconnues qui varient peu.

» Les termes qui contiennent les variations de ces inconnues à une puissance supérieure à la première sont, dès lors, très-petits par rapport à ceux qui les contiennent à la première puissance. En négligeant ces termes et en supprimant en outre ceux qui sont périodiques, on a pu ramener la question à l'intégration d'un système d'équations différentielles linéaires et du premier ordre, et cette intégration a permis d'avoir les expressions algébriques des inconnues, considérées comme fonctions de l'abscisse.

» Voici les conséquences auxquelles on est arrivé :

1° La hauteur du projectile est représentée approximativement par une fonction de l'abscisse entière et du troisième degré;

» 2° La dérivation est sensiblement proportionnelle à l'abaissement du projectile au-dessous de la ligne de tir;

» 3° L'axe du projectile se déplace en s'éloignant du plan du tir, et la pointe s'écarte du côté où se fait la dérivation;

» 4° En même temps que la pointe s'éloigne du plan du tir, elle s'abaisse en avant, de manière que l'axe soit à peu près tangent à la trajectoire : pourtant la pointe reste toujours un peu au-dessus, et sa distance à la trajectoire augmente avec la longueur de l'arc parcouru.

» L'application des formules a été faite à un projectile de la Marine, pour lequel il existe des déterminations de pertes de vitesse, de portées et de dérivations. Les pertes de vitesse ont servi à calculer les coefficients de résistance. Ces coefficients, ainsi calculés, ont donné, pour les autres éléments du mouvement, des résultats aussi conformes à l'expérience qu'on pouvait l'espérer dans une question de cette nature. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Étude sur la stabilité des tours balises; par* **M. J. Carvallo.** (Extrait.)

(Commissaires : MM. Ch. Dupin, Combes, Phillips.)

« Les tours balises sont des signaux de jour, qui indiquent aux navigateurs les écueils ou roches sous-marines. La rupture récente de la tour du *Petit-Charpentier*, à l'embouchure de la Loire, a remis en mémoire la rupture de la balise du *Jardin*, dans la rade de Saint-Malo, et fixé l'attention sur les conditions de stabilité de ces ouvrages. J'ai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie une étude de ces phénomènes.

» Au moment où une lame de tempête frappe une tour balise dans toute sa hauteur, sans la briser, elle lui imprime un mouvement oscillatoire, dont la vitesse initiale dépend du poids de l'eau et du carré de sa vitesse. Si le choc devient assez intense pour produire la rupture, la tour présente deux natures de résistances, qui agissent à des périodes différentes du phénomène : la première est l'élasticité ou la cohésion des maçonneries sur la surface de rupture; dès que cette cohésion a été vaincue, il n'y a d'autres forces résistantes que la pesanteur et le frottement.

» En appelant α l'inclinaison du plan de rupture à l'horizon, de la tour pleine à base circulaire, la force de cohésion est $\frac{K\pi r^2}{\cos\alpha}$. Son minimum a lieu

pour $\alpha = 0$. C'est donc sur un élément horizontal que la séparation commence à s'effectuer; et, dans bien des cas, elle se continue sur toute une assise horizontale, par un effet de rotation autour d'un axe tangent à la section de rupture et perpendiculaire à l'extrémité du diamètre orienté dans la direction du vent. C'est le cas de la tour du *Jardin*.

» Dans la tour du *Petit-Charpentier*, la rupture, commencée sur le plan horizontal du minimum de la cohésion, s'est continuée sur les plans successifs correspondant au minimum des forces résistantes normales, pour se terminer, à l'instant du glissement, sur la surface d'épauffrement de la pierre, répondant au minimum du frottement. Les formules qui donnent ces inclinaisons vérifient d'une manière remarquable les faits observés.

» Pour l'étude complète du phénomène, en dehors de toute hypothèse, il faut déterminer les mouvements imprimés à la tour balise avant sa rupture, et, par suite, recourir aux équations complètes de l'équilibre dynamique, en tenant compte du choc de la vague, de la résistance de cohésion, de la résistance au frottement et des forces accélératrices du système en mouvement. Pendant la tempête, une vague, s'élevant à la hauteur de la tour, vient la frapper avec une certaine vitesse : il y a choc, mais choc par un corps mou qui adhère un temps appréciable au corps choqué. A l'origine du choc, la vitesse de la tour est nulle; après l'accomplissement total de la rupture et du déplacement horizontal de la partie rompue, la vitesse est encore nulle. J'étudie le mouvement du centre de gravité de la partie rompue en y transportant toutes les forces, tant les forces extérieures que celles qui proviennent des liaisons.

» Les vagues trop faibles pour produire la rupture de la tour auront pour effet de lui imprimer des trépidations. Le centre de gravité, d'abord au repos, commence son oscillation avec la vitesse initiale qui lui est communiquée par le choc ; il est ensuite ramené par les forces élastiques à sa position primitive. Il dépasse cette position en vertu de la vitesse acquise, mais, à l'instant même où il y passe, les forces résistantes de la cohésion s'annulent, changent de nature et de sens et deviennent des résistances à la compression. Elles atteignent leur maximum quand le mouvement rétrograde acquiert sa plus grande amplitude ou que sa vitesse est de nouveau réduite à zéro. Le centre de gravité reprend alors un mouvement ascensionnel pour rejoindre sa position d'équilibre statique, qu'il dépassera en faisant ainsi quelques oscillations excessivement courtes.

» J'ai calculé la vitesse initiale due au choc, en fonction du poids de la lame chocante et de sa vitesse pendant la tempête : ce poids et cette vitesse

capables de donner au mouvement vibratoire une amplitude suffisante pour produire la rupture des maçonneries et les déplacements observés, qui sont les résultantes intégrales du phénomène.

» La résistance de la cohésion, pour un déplacement angulaire θ et une section de rupture σ, est donnée par l'intégrale définie suivante, dans laquelle la distance l est fonction de σ :

$$N = \frac{\theta}{\varepsilon}\int_0^\sigma \frac{l}{H - l\tang\alpha}\,d\sigma = \frac{\theta I}{\varepsilon}.$$

» L'équation différentielle du mouvement au centre de gravité est

$$(1)\qquad \frac{d^2\theta}{dt^2} + \frac{I\sin(\varphi+\alpha)}{M\rho\varepsilon}\theta + \frac{g}{\rho}\sin(\varphi-\theta) = 0.$$

» Cette équation se simplifie, en observant que θ ne peut dépasser 0,000015 sans amener la rupture des maçonneries. La différence de l'arc à son sinus est plus petite que 1 dix-millionième de millimètre, ce qui permet de remplacer $\sin(\varphi-\theta)$ par $\sin\varphi - \theta\cos\varphi$, et l'équation prend la forme

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} + \left[\frac{I\sin(\varphi+\alpha)}{M\rho\varepsilon} - \frac{g\cos\varphi}{\rho}\right]\theta + \frac{g\sin\varphi}{\rho} = 0.$$

» *Équation aux différentielles partielles du second ordre applicable à la première phase de l'oscillation.* — L'équation pour la seconde phase se trouve être

$$\frac{d^2\theta'}{dt^2} + \left[\frac{I\sin(\varphi+\alpha)}{M\rho\varepsilon} + \frac{g\cos\varphi}{\rho}\right]\theta' - \frac{g\sin\varphi}{\rho} = 0.$$

» En désignant par c^2, c'^2 les coefficients de θ et θ', par ω_1 la vitesse angulaire initiale, on obtient par l'intégration

$$\theta = \frac{g\sin\varphi}{\rho c^2} + \frac{\omega_1}{c}\sin ct - \frac{g\sin\varphi}{\rho c^2}\cos ct,$$

$$\theta' = -\frac{g\sin\varphi}{\rho c'^2} + \frac{\omega_1}{c'}\sin c't + \frac{g\sin\varphi}{\rho c'^2}\cos c't.$$

» On en déduit sans difficulté les temps t_1, t_2 de chaque demi-phase de l'oscillation en fonction de ω_1.

» De l'équation générale (1), multipliée par $2d\theta$, et intégrée entre 0 et θ_1, maximum connu, on déduit

$$\omega_1^2 = \frac{I\sin(\varphi+\alpha)}{M\rho\varepsilon}\theta_1^2 + \frac{2g}{\rho}[\cos(\varphi-\theta_1) - \cos\varphi] = \left[\frac{I\sin(\varphi+\alpha)}{M\rho\varepsilon}\theta_1 + \frac{2g\sin\varphi}{\rho}\right]\theta_1.$$

» La valeur de θ_1 ne dépend que de la limite de la cohésion des maçon-

neries; celles de ω_1, t_1, t_2 ne dépendent donc que de cette limite et de la forme de la construction.

» Les formules précédentes font voir à l'œil l'influence prépondérante de l'intégrale définie (1) sur les conditions du phénomène. L'étude de cette intégrale éclaire sur les meilleures conditions de stabilité. Avec le même volume de maçonneries, la stabilité pourra varier considérablement, suivant la *forme* que l'ingénieur adoptera pour la base de sa tour. C'est donc surtout en étudiant cette forme, répondant au maximum de résistance, qu'il arrivera à lutter contre l'élément destructeur.

» En appelant m la masse de la vague, V_0 sa vitesse, M la masse de la tour rompue, V_1 sa vitesse après le choc, x_1 le déplacement observé, t_3 le temps à parcourir x_1, f le coefficient de frottement des maçonneries, les conditions de la rupture et du déplacement sont fournies par les équations suivantes :

$$mV_0 = (m + M)V_1, \tag{2}$$

$$mV_0^2 - (m + M)V_1^2 = (m + M)\frac{M}{m}V_1^2, \tag{3}$$

$$(m + M)V_1^2 = 2gMfx_1, \tag{4}$$

$$(m + M)V_1 = 2Mgft_3. \tag{5}$$

» L'équation (3) fait connaître la puissance vive perdue par le choc; une fraction très-faible en est employée à produire le travail de la rupture; l'excédant se transforme en chaleur et en bouillonnements.

» En multipliant membre à membre les équations (2) et (4), on obtient

$$\frac{m}{M}V_0V_1 = 2gfx_1.$$

» Si l'on considère $\frac{m}{M}$, V_0, V_1 comme les coordonnées d'une surface, on reconnaît que les sections faites par des plans parallèles aux plans des coordonnées sont partout des hyperboles équilatères, dont le paramètre est constant pour un même déplacement et pour toutes les tours balises.

» Les valeurs de $\frac{m}{M}$, V_1, t_3 et de la force vive perdue par unité de masse $\frac{(m+M)\frac{M}{m}V_1^2}{M}$ offrent cela de remarquable, qu'elles ne dépendent que de la vitesse V_0 de tempête et du déplacement horizontal.

» Les vitesses observées des vagues de tempête varient de 10 à 20 mètres, mais V_1, t_3, $\frac{(m+M)\frac{M}{m}V_1^2}{MV_0}$, sont très-sensiblement constants et tendent, à

mesure que V_0 augmente indéfiniment, vers des limites qui ne diffèrent, pour ainsi dire, pas de leur valeur correspondant à $V_0 = 10^m$.

» La conséquence générale de cette Étude est la suivante : Il faut défendre les tours existantes par des armatures ou boucliers métalliques, brisant les lames et résistant aux déplacements horizontaux.

» La meilleure forme à donner aux tours balises qui restent à construire est celle qui correspond au maximum de l'intégrale définie des forces de cohésion pendant que le volume reste constant. C'est la forme de puits creux, de forme elliptique, ayant le grand axe de la base orienté dans le sens du vent de tempête. Il conviendra de placer au centre un arbre métallique, relié par des bras à des avant et arrière-becs pour briser la lame choquante. Une calotte fermée couvrira la tour creuse, et il sera bon de ménager, du côté opposé au vent, une porte solide qui permettrait d'en faire une sorte de guérite, servant de refuge momentané pour quelques naufragés.

» L'étude de détail conduirait à projeter des tours métalliques élevées sur socles en maçonnerie, dont il serait bon de relier les assises par des clefs de bronze. »

« **MM. Curie** et **P. Vigier** communiquent à l'Académie un certain nombre d'expériences sur les animaux, chiens et lapins, qui ne sont pas favorables à la propriété attribuée à l'essence de térébenthine d'être un contre-poison du phosphore.

» Ils s'attachent aussi à démontrer que la théorie de M. Personne, par laquelle le phosphore empoisonnerait les animaux en s'emparant de l'oxygène du sang, n'est pas compatible avec les petites doses de phosphore qui sont suffisantes pour amener la mort. »

Cette Communication est renvoyée à la Commission désignée pour les recherches de M. Personne.

M. J. Zabinski adresse la description et le dessin d'un appareil qui aurait pour but d'utiliser le mouvement des marées comme force motrice.

(Commissaires : MM. Morin, Combes.)

M. H. Meyer adresse de Charleston deux nouvelles Notes concernant les solutions des problèmes d'analyse indéterminée.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Chamard adresse une nouvelle Note relative à la navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

La Note adressée par *M. Guignet* dans la dernière séance, sur la « composition chimique et la formation des couches de la grande oolithe et du forest-marble dans la Haute-Marne » est renvoyée à l'examen d'une Commission composée de MM. Chevreul, Fremy et Decaisne.

CORRESPONDANCE.

L'Académie royale des Sciences d'Amsterdam adresse un certain nombre d'ouvrages.

La Société royale de Zoologie d'Amsterdam adresse à l'Académie un exemplaire de la neuvième livraison de ses Mémoires.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un ouvrage de *M. C. Jordan*, ayant pour titre « Traité des Substitutions et des Équations algébriques. (Première Partie : des congruences, des substitutions, des irrationnelles.) »

2° Un exemplaire de la deuxième édition de l'ouvrage de *M. Hervé-Mangon*, intitulé « Expériences sur l'emploi des eaux dans les irrigations ».

3° Un nouveau volume de la collection séismique de *M. Alexis Perrey*, intitulé « Note sur les Tremblements de terre en 1866 et 1867, avec supplément pour les années antérieures de 1843 à 1865 ».

4° Un volume de *M. Fée*, portant pour titre « Cryptogames vasculaires du Brésil. » Ce volume renferme, avec de nombreuses planches, la description des Fougères, Lycopodiacées, Hydroptéridées et Equisétacées de cette contrée.

5° Une brochure de *M. Leymerie*, intitulée « Catalogue des travaux géologiques et minéralogiques publiés jusqu'en 1870 ».

6° Un volume intitulé « Session de la Société géologique de France à Montpellier (octobre 1868). Compte rendu par *M. Paul de Rouville* ».

PHYSIQUE. — *Sur l'action calorifique des rayons de la Lune.* Extrait d'une Lettre de **M. Zantedeschi** à M. Élie de Beaumont.

« Padoue, le 9 novembre 1869.

» Dans le n° 17 des *Comptes rendus* de l'Académie des Sciences (séance du 25 octobre 1869), j'ai lu, pages 920-922, deux Notes des savants physiciens MM. Volpicelli et Marié-Davy sur le pouvoir calorifique des rayons de la Lune. Dans l'une et l'autre de ces Notes, on annonce que Macédoine Melloni a été le premier à démontrer l'existence du calorique lunaire, et l'on assigne à sa découverte une date antérieure au 23 mars 1846. Il se servit, dans son expérience, de sa pile thermo-électrique, sur laquelle il concentra les rayons lunaires au moyen d'une lentille à échelons de 1 mètre de diamètre, construite par Henry Lepaute, de Paris. On assure que l'action calorifique fut très-faible, mais cependant réelle. Néanmoins il n'est pas exact de dire que Macédoine Melloni ait été le premier à démontrer l'existence du calorique lunaire. Les deux premiers physiciens italiens qui ont démontré l'existence du calorique lunaire avec des thermomètres à dilatation ordinaire, en se servant de lentilles et de miroirs, ont été Geminiano Montanari en 1685 et Paolo Frisi en 1781. (*Voir*, du premier, son *Astrologie convaincue de fausseté*, p. 5, Venise, 1685, et, du second, ses *Opuscules philosophiques*, p. 1, Milan, 1781.) MM. Volpicelli et Marié-Davy ont oublié aussi mes expériences de 1848, antérieures de vingt ans à la publication de leurs Notes. Mes propres expériences, il est vrai, n'ont que le caractère d'une confirmation nette et précise de l'existence du calorique lunaire.

» Au lieu de lentille, j'ai employé un miroir de $0^m,60$ de diamètre et de $0^m,19$ de distance focale. L'appareil thermo-électrique était celui construit par Gourjon, de Paris. Dans les plus belles pleines lunes qu'a pu me présenter l'atmosphère de Venise, pendant l'été de 1848, en dirigeant une face de la pile vers le foyer du miroir, j'ai obtenu une déviation d'environ 5 degrés à l'indice fixe. Le miroir était placé dans l'intérieur d'une chambre, tourné vers le disque lunaire, et une face de la pile était présentée obliquement au foyer lumineux, de manière à ce que l'autre face, qui était couverte, fût tournée vers l'une des parois latérales de la chambre. L'atmosphère était parfaitement calme, et l'on pouvait s'en convaincre, notamment par la tranquillité de l'eau stagnante de la lagune, qui présentait l'apparence d'un cristal poli dans la partie où se réfléchissait le rayon lunaire. En outre, le thermomètre à esprit-de-vin placé au foyer du miroir éprouva un

mouvement sensible, qui cependant, dans mes expériences, ne s'éleva pas à 1 degré.... (ZANTEDESCHI, *Annali di Fisica*, p. 134-139; Padoue, imprimerie de A. Sicca; 1849-1850.) »

GÉOMÉTRIE. — *Note sur quelques propriétés générales des surfaces courbes; par* **M. E. ROGER.**

« Parmi les propriétés des surfaces continues, on n'en connaît qu'un très-petit nombre qui soient absolument indépendantes de la nature particulière de la surface à laquelle elles se rapportent. A ce titre, je demande à l'Académie la permission d'énoncer ici les théorèmes suivants, qui présentent précisément ce degré de généralité.

» I. Imaginons qu'on ait tracé, autour d'un point quelconque M d'une surface, toutes les sections normales, et qu'on leur ait donné une même longueur infiniment petite l; les extrémités de ces lignes, projetées sur le plan tangent en M, formeront une courbe fermée Σ. Une autre courbe fermée Σ' peut s'obtenir en projetant, sur le même plan tangent, la série des points situés, sur la surface, à la même distance l du point central M. Cela posé, en désignant respectivement par L et L', S et S' les périmètres et les aires des deux courbes Σ et Σ', et par L_0 et Σ_0 le périmètre et l'aire d'un cercle de rayon l, on aura, quelle que soit la longueur infinitésimale l,

$$L_0 - 4L' + 3L = 0,$$
$$S_0 - 4S' + 3S = 0.$$

» Ces relations se réduisent à des identités lorsque la surface est plane, puisque, dans ce cas, on a

$$L_0 = L = L', \quad S_0 = S = S'.$$

» La démonstration des deux théorèmes qu'expriment les équations précédentes est extrêmement simple lorsque le point M appartient à une sphère. Dans le cas le plus général, on y parvient sans difficulté en se servant de coordonnées curvilignes convenablement choisies.

» II. Soient A et B les rayons principaux de la surface au point M; les différences $L_0 - L$, $S_0 - S$, $L_0 - L'$, $S_0 - S'$ sont proportionnelles, pour une même valeur de l, à la fonction $\frac{3\pi}{8}\left(\frac{1}{A^2} + \frac{2}{3AB} + \frac{1}{B^2}\right)$, que nous avons désignée ailleurs (1) sous le nom de *courbure de la surface*. En conséquence,

(1) *Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 366. — *Annales des Mines*, t. XIV; 1868.

les courbes Σ et Σ' peuvent être considérées comme des *indicatrices*, en ce sens qu'elles jouent, par rapport à la courbure de la surface, un rôle analogue à celui de l'indicatrice de M. Ch. Dupin par rapport aux courbures linéaires des diverses sections normales. »

GÉOGRAPHIE ET NAVIGATION. — *Sur le calcul de la marche des chronomètres, pour déterminer les longitudes*. Extrait d'une Lettre de **M. H. DE MAGUAY** à M. Yvon Villarceau.

« Vous avez bien voulu m'indiquer la méthode à employer pour déterminer la marche des chronomètres (1), et la méthode de M. Cauchy pour l'interpolation (2). J'ai suivi de point en point vos instructions, et j'ai obtenu des résultats remarquables. Je crois qu'on pourrait, au moyen des chronomètres, obtenir des différences de longitude très-exactes, au bout de quelques allées et venues d'un point à un autre, et en outre beaucoup plus de sûreté pour la navigation. Je vous envoie quelques résultats, afin que vous puissiez juger de ce que j'avance. Dans le tableau ci-joint, se trouvent les $\Delta^i m'$ (3) de trois chronomètres de constructeurs et d'âges d'huile différents; ils sont très-petits généralement et tout à fait dans les limites des erreurs d'observation, qui doivent, avec les moyens employés à bord, être ordinairement de $0^s,2$, et atteindre de temps en temps $0^s,3$. Avec les coefficients obtenus pour le chronomètre 462 Winnerl, j'ai cherché les marches au delà du temps qui avait servi à les déterminer, je les ai comparées à celles qu'avait données l'observation : les différences, pendant près de six mois, restent dans les limites des erreurs d'observation; on aurait donc pu naviguer pendant cet intervalle, sans craindre de fausses heures de Paris. Il est à regretter que je n'aie pu suivre cet instrument plus longtemps : il s'est arrêté au milieu de la campagne, sans cause connue.

» J'ai recherché, avec 309 Vissière et 691 Dumas, les heures de Paris (4) dans les circonstances suivantes :

» 1° Après vingt et un jours de traversée, d'Acapoulco à Callao; 2° après dix-sept jours de mer, de Callao à Valparaiso.

» Les premières ne diffèrent l'une de l'autre que de $3^s,3$, les secondes

(1) Cette méthode est décrite au n° 39 des *Recherches sur le mouvement et la compensation des chronomètres, Annales de l'Observatoire impérial de Paris*, t. VII (Mémoires).

(2) *Additions* à la *Connaissance des Temps* pour 1852, p. 128.

(3) $\Delta^i m'$ désigne l'erreur subsistante dans l'emploi du développemet limité à i termes.

(4) Inutile de considérer les différences de longitude données sur es cartes; elles sont mauvaises.

FORMULE EMPLOYÉE.

$$m' - m = a(t'-t) + b(\theta'-\theta) + c\frac{(\theta'-\theta)^2}{2} + d(t'-t)(\theta'-\theta) + e\frac{(t'-t)^2}{2} + \ldots$$

m = marche initiale; θ = température initiale; t = temps initial;
m' = marche à l'époque t'; θ' = température à l'époque t'; Unité de temps = 5 jours.

RÉSULTATS OBTENUS.

Chronomètre Winnerl 462.

$m = 3^s,02$, R (*); $a = +0,0122$;
$\theta = +22^o,1$; $b = +0,0843$;
t = 17 Fév. 65; $c = +0,0487$;
$d = +0,00197$.

DATES.	θ'	$\Delta^4 m'$
	°	s
1865 Mars 4	+21,9	+0,11
Avril 6	+15,1	−0,05
16	+14,9	+0,10
26	+15,5	−0,05
Mai 23	+28,3	−0,16
Juin 3	+27,9	−0,28
13	+28,6	+0,11
23	+28,7	+0,37
Juill. 7	+29,9	−0,01
18	+29,9	+0,01
Août 1	+29,7	−0,06
12	+29,4	+0,01
28	+28,1	−0,10

Comparaison des marches extrapolées et observées du chronomètre Winnerl 462.

DATES.	θ'	MARCHES calculées. (Retard.)	MARCHES observées. (Retard.)	DIFFÉRENCES.
	°	s	s	s
1865 Sept. 18	+27,7	5,26	5,26	0,00
Oct. 10	+27,9	5,47	5,30	+0,17
Nov. 2	+23,9	4,11	3,84	+0,27
12	+22,7	3,83	3,98	−0,15
22	+21,5	3,62	3,79	−0,17
Déc. 4	+24,3	4,30	4,06	+0,24
16	+23,7	4,15	4,23	−0,08
1866 Janv. 5	+18,1	3,35	3,35	0,00
16	+18,8	3,39	3,64	−0,25
Févr. 3	+24,2	4,46	4,12	+0,34
13	+23,4	4,23	3,83	+0,40
23	+23,2	4,18	3,55	+0,63

Chronomètre Vissière 309.

$m = 1^s,35$, A (**); $a = -0,0339$;
$\theta = +23^o,6$; $b = -0,2185$;
t = 21 déc. 66; $c = +0,13286$;
$d = +0,00282$.

DATES.	θ'	$\Delta^4 m'$
	°	s
1866 Juill. 19,5	+29,0	+0,25
Août 11	+29,8	−0,06
Sept. 8	+29,3	+0,17
28	+28,5	0,00
Oct. 27,5	+27,9	+0,18
Nov. 7	+26,2	−0,17
20	+25,8	−0,29
30	+24,8	+0,06
1867 Janv. 27	+26,3	−0,11
Fév. 11	+27,0	−0,05
Avril 3	+21,3	+0,05
12	+22,4	+0,04
Mai 8	+15,5	−0,09

Chronomètre Dumas 691.

$m = 0^s,95$, R (*); $a = -0,0263$;
$\theta = +23^o,6$; $b = +0,1486$;
t = 21 déc. 66; $c = +0,01973$.

DATES.	θ'	$\Delta^3 m'$
	°	s
1866 Juill. 19,5	+29,0	+0,23
Août 11	+29,8	−0,10
Sept. 8	+29,3	+0,16
28	+28,5	−0,22
Oct. 27,5	+27,9	+0,04
Nov. 7	+26,2	−0,11
20	+25,8	+0,13
30	+24,8	−0,08
1867 Janv. 27	+26,3	+0,11
Fév. 11	+27,0	+0,14
Avril 3	+21,3	−0,11
12	+22,4	+0,08
Mai 8	+15,5	−0,28

(*) Retard. (**) Avance.

de $1^s,2$ seulement; tandis qu'en employant la méthode ordinaire, c'est-à-dire en prenant la moyenne des marches avant et après l'arrivée, les unes diffèrent de $9^s,3$ et les autres de $16^s,2$. Ceci était dans les limites du temps qui a servi à déterminer les coefficients de ces deux instruments. Je n'ai pu faire qu'une expérience en dehors de ces limites, et sur 309 Vissière (691 Dumas avait été laissé à M. Fleuriais à Montevideo). En arrivant à l'île d'Aix, au bout de quarante et un jours de navigation, il donnait, avec la marche du départ, une erreur de 35′ à l'ouest; avec la formule, l'erreur est de 2′ seulement. J'avais encore le chronomètre 857 Bréguet; ses huiles dataient de cinq ans. Ce chronomètre a nécessité l'emploi des cinq premiers termes de la série. Je ne vous envoie pas les résultats, je n'ai pas poussé assez loin l'approximation dans les calculs, je vais les reprendre.

» En attendant, voici les résultats que j'ai obtenus pour les trois autres chronomètres. » (*Voir* le tableau, p. 1073.)

« **M. Yvon Villarceau** a fait connaître, dans son Mémoire sur les chronomètres, que l'application du théorème de Taylor, étendu au cas de plusieurs variables indépendantes, doit conduire directement à la détermination de la marche des chronomètres en fonction du temps et de la température : les études pénibles de deux officiers de la Marine impériale, MM. Liessou et Pagel, ne leur avaient permis d'obtenir que des solutions incomplètes, attendu que ni l'un ni l'autre n'avait fait porter son travail sur l'ensemble des termes influents. Aujourd'hui que l'attention des officiers de la Marine impériale est attirée sur une méthode tout à fait mathématique, M. Yvon Villarceau est heureux de porter à la connaissance de l'Académie les premières applications qui en ont été faites et le succès qu'elles ont obtenu.

» On doit remarquer que si la marche initiale m, au lieu d'être employée telle qu'elle résulte des premières observations, avait été traitée comme une inconnue à déterminer avec les coefficients a, b, c, d, e, l'approximation eût été plus grande encore.

» Quant à la marche extrapolée du chronomètre Winnerl 462, les erreurs progressives de la formule pendant le mois de février 1866, tiennent évidemment à ce que les 177 jours de marche qui ont servi à calculer les coefficients a, b, c, d, sont insuffisants pour déterminer le coefficient du terme proportionnel au carré du temps. Les résultats obtenus permettent de supposer que si, avant le départ, les chronomètres étaient suivis pendant une année, et leur marche déterminée par une interpolation embrassant cet intervalle, on parviendrait à calculer avec sécurité leur marche ultérieure, pendant un temps plus que suffisant aux besoins de la navigation. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur la coloration des verres sous l'influence de la lumière solaire.* Note de **M. Bontemps**, présentée par M. Peligot.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les résultats de l'insolation de différentes espèces de verres, obtenus par M. Thomas Gaffield, de Boston, et ceux que j'ai constatés moi-même sur des verres de diverses natures et de diverses origines.

» On sait depuis longtemps que certains verres ont la propriété de prendre, sous l'influence de la lumière, une couleur plus ou moins intense. La coloration en violet a été signalée dès 1824 par Faraday. M. Pelouze s'est occupé en 1867 de la teinte jaune que prennent les glaces sous l'influence des rayons solaires : il attribue cette coloration au soufre qui proviendrait de la décomposition du sulfate de soude contenu dans presque tous les verres. M. Gaffield a fait depuis l'année 1863 des expériences nombreuses, longues et patientes sur le même sujet; les résultats qu'il a constatés sont les suivants :

» Tous les verres à vitre ordinaire ayant une teinte verdâtre, quelle que soit leur origine, deviennent jaunes, puis roses ou violets, par une exposition d'un an aux rayons du soleil;

» Les verres d'un bleu azuré ne changent pas sensiblement de couleur; il en est de même du cristal à base de plomb.

» M. Gaffield a coupé en douze parties une bande de glace, de fabrication anglaise; deux de ces parties ont été conservées à l'abri de la lumière, les dix autres ont été insolées : la première pendant un jour, la deuxième pendant deux jours, la troisième pendant quatre jours, et ainsi de suite en doublant le temps d'exposition. En examinant tous ces verres par la tranche, les uns à côté des autres, on voit que la teinte verdâtre passe au jaune, puis au jaune pelure d'oignon, et enfin au violet franc, à mesure que l'exposition à la lumière est plus prolongée.

» Une autre expérience a été faite sur la même pièce de verre, pouvant être couverte à volonté par un tiroir en laiton, de manière que ce tiroir recouvrît seulement un tiers de la surface du verre; quand les deux tiers ont eu pris au soleil une teinte jaune, il a repoussé sous le tiroir la bande du milieu; le dernier tiers est devenu violet par suite d'une insolation plus prolongée.

» La chaleur seule ne joue aucun rôle dans ces phénomènes : des verres colorables par la lumière ne subissent aucun changement par un séjour

prolongé dans l'eau chaude, ou dans un four dont la température est au moins égale à celle qui est fournie par les rayons solaires.

» Le verre bleu placé comme écran sur du verre blanc, est celui qui entrave le moins l'action solaire; puis vient le verre violet. Quant aux verres orange, rouge, jaune et vert, ils forment presque complétement écran.

» Des lettres noires ont été peintes sur une bande de verre, qui a été exposée au soleil pendant le temps nécessaire pour amener un changement sensible; en effaçant alors ces lettres, on ne discernait plus leur trace sur la surface du verre, mais en plaçant celui-ci sur un papier sensibilisé pour la photographie, les parties insolées ont moins impressionné le papier que les parties protégées par la peinture, et les lettres se sont marquées sur le papier par une teinte plus foncée.

» M. Gaffield a fait une autre expérience intéressante : on a gravé une étoile sur du verre rouge (on sait que ce verre est toujours composé d'une couche très-mince de verre rouge, recouverte de verre blanc). On avait ainsi une étoile blanche sur un fond rouge; ce verre a été placé sur un carré de verre à vitre, et, après deux ans d'exposition à la lumière, on a constaté qu'en plaçant ce carré sur un papier blanc, on aperçoit une étoile rose sur un fond blanc, par suite de l'action solaire exercée sur ce verre à vitre par l'étoile gravée sur le verre rouge.

» J'ai refait une partie des expériences de M. Gaffield, pendant trois mois seulement; mais ces trois mois ont suffi pour produire à un degré moindre les résultats obtenus par M. Gaffield.

» 1° La glace la plus blanche de Saint-Gobain a pris une nuance jaune très-prononcée. De la glace de Saint-Gobain d'une nuance verte, fabriquée pour vitrage de serres, est devenue aussi un peu plus jaune; mais le changement le plus marqué a été celui de la glace la plus blanche. Un échantillon de glace de Cirey a un peu moins jauni que la glace de Saint-Gobain.

» 2° Du verre à vitre extra-blanc, composé de silice, de chaux et cristaux de soude desséchés, par conséquent ayant le moins de chances de contenir du sulfate de soude, est devenu très-jaune; il commence même à prendre la teinte pelure d'oignon.

» 3° Du verre à vitre très-blanc, composé de silice, chaux, carbonate de potasse et 5 pour 100 d'oxyde de plomb, a beaucoup moins changé que le précédent, mais toutefois sensiblement.

» 4° Du cristal dans les proportions ordinaires, de 1 carbonate de potasse, 2 oxyde de plomb, 3 silice, n'a pas subi le moindre changement. Du

flint glass pour l'optique, dans lequel la dose d'oxyde de plomb est égale à la dose de silice, n'a pas non plus subi la moindre altération.

» 5° La glace anglaise de British plate glass Company, d'une teinte azurée prononcée, n'a pas subi d'altération.

» 6° Des verres de couleur doublés rouge, jaune, bleu, violet, c'est-à-dire résultant d'une légère couche de couleur intense recouverte de verre blanc, ayant été exposés la couleur en dessous, la couche de verre blanc verdâtre est devenue d'une légère teinte violette enfumée; la couche de verre de couleur semble avoir reverbéré et augmenté l'action de la lumière. Des verres semblables exposés avec la couleur en dessus, le blanc n'a pas été changé par l'exposition de trois mois.

» M. Pelouze, partant de ce point que tous les verres contiennent du sulfate de soude non combiné et du protoxyde de fer, suppose que les rayons solaires provoquent entre ces matières une réaction d'où résultent du peroxyde de fer et du sulfure de sodium, lequel sulfure colore le verre en jaune. Cette explication, en présence des résultats que nous avons énumérés, ne peut pas, il nous semble, être admise.

» 1° Les glaces les plus blanches, et du verre à vitre extra-blanc fabriqué avec des cristaux de carbonate de soude desséchés, sont bien plus sensibles, et subissent un changement de couleur plus prompt et plus marqué que des verres à vitre communs fabriqués avec du sulfate de soude et ayant bien plus de chances de conserver du sulfate dans leur substance.

» 2° Ces verres les plus blancs, exposés aux rayons solaires, ont généralement passé de leur couleur primitive à une teinte jaune, puis de la teinte jaune à une couleur pelure d'oignon, et enfin au violet franc; on ne peut donc voir dans ces transformations successives qu'une prolongation d'un effet dans lequel le soufre ne paraît pas jouer un rôle.

» 3° Des verres de glace ou autres, d'une teinte azurée, n'ont subi aucune altération; or ces verres devaient aussi bien contenir du sulfate de soude, et si ce sulfate, devenu sulfure par l'action du soleil, avait coloré en jaune, ce jaune, mêlé à la teinte azurée, aurait donné du vert.

» 5° Le flint pour l'optique et le cristal ordinaire pouvaient aussi bien contenir du sulfate, et n'ont subi aucune altération.

» 5° Certains verres à vitre verdâtres sont devenus plus clairs, mais tournant vers une teinte azurée; or, d'après M. Pelouze, le verdâtre aurait dû prendre du jaune et non du bleu.

» Si nous prenons le fait le plus généralement produit, celui d'une coloration jaune passant à la nuance pelure d'oignon, et arrivant, par une plus

longue exposition, au violet pur, il nous semble voir des effets des oxydes de fer et de manganèse.

» Le protoxyde de fer donne au verre une teinte bleue, le peroxyde une teinte jaune; la coloration verte des verres qui contiennent du fer est le résultat de la combinaison des deux nuances bleue et jaune produites par le protoxyde et le peroxyde.

» Le peroxyde de manganèse donne au verre une teinte violette : tous les oxydes de manganèse du commerce employés en verrerie contiennent de l'oxyde de fer, mais la puissance colorante du manganèse est beaucoup plus forte que celle du fer.

» Il serait à supposer que l'action des rayons solaires commence par suroxyder le fer qui donne alors une teinte jaune au verre; l'action solaire continuant à s'exercer, l'oxygène se porte sur le manganèse, une légère teinte violette se mélange avec le jaune pâle produit par le fer et donne la couleur pelure d'oignon; enfin, l'oxygène continuant à se porter sur le manganèse, la couleur violette finit par dominer.

» Les résultats des travaux de M. Gaffield appellent, sans aucun doute, l'attention des savants, mais en outre ils sont très-intéressants au point de vue de l'industrie verrière. Il ne peut pas être indifférent aux fabricants de glaces, par exemple, de savoir que leurs glaces les plus blanches subissent assez promptement une altération profonde; de telle sorte qu'ils doivent se demander s'il ne serait pas préférable de fabriquer des glaces légèrement azurées, dont la réflexion ne change pas défavorablement la couleur des objets, et dont la couleur ne s'altère pas, tandis que les glaces les plus blanches peuvent, dans certaines positions, prendre assez rapidement une teinte jaune défavorable, et devenir plus tard d'un violet sombre. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Des propriétés physiques des terres arables.* Note de **M. Hervé-Mangon**, présentée par M. Peligot.

« L'analyse chimique élémentaire d'une terre arable, si nécessaire à son étude agricole, ne suffit cependant pas, à elle seule, pour faire connaître la valeur effective de cette terre. On pourrait en effet citer des sols d'une composition à peu près semblable et de qualités différentes, et réciproquement des sols offrant des aptitudes culturales rapprochées et des compositions chimiques dissemblables. Les agronomes se sont donc préoccupés avec raison d'étudier les propriétés physiques de la terre arable et leur influence sur les résultats de sa culture.

» Les beaux travaux de Schübler et de M. de Gasparin sur ce sujet

resteront toujours des modèles à méditer, mais les perfectionnements des méthodes d'observation permettent d'ajouter de nouvaux faits aux études de nos devanciers.

» Les propriétés physiques de la terre arable, dont je poursuis l'étude depuis plusieurs années, peuvent se diviser de la manière suivante :

» *Examen microscopique de la terre arable.* — La lévigation de la terre arable, pratiquée comme Schübler l'a indiqué, fournit des résultats d'un grand intérêt, mais on n'a peut-être pas assez insisté sur l'examen des *parties ténues entraînées par l'eau.* Cette poussière impalpable, qui paraît à l'œil nu presque toujours la même, présente d'une terre à l'autre, lorsqu'on l'examine au microscope, des différences énormes. On y distingue souvent des fragments de minéraux, de petits cristaux et d'autres objets, qui caractérisent le terrain, et fournissent sur son origine des renseignements utiles.

» *Propriétés calorifiques de la terre arable.* — Pour déterminer ce qu'il appelait la *propriété du sol de retenir la chaleur*, Schübler notait le temps du refroidissement d'un même poids de différentes terres renfermées successivement dans une même enveloppe et chauffées à une même température. Cette expérience ne donne que la *résultante* de plusieurs propriétés distinctes. Pour étudier les propriétés calorifiques d'un terrain, il faut déterminer : 1° sa chaleur spécifique, qui permet de connaître la *quantité* de chaleur nécessaire à la production d'un changement donné de chaleur sensible; 2° sa conductibilité, qui permet d'apprécier la rapidité de la transmission de la chaleur dans le sol; 3° le pouvoir rayonnant de sa surface à l'état naturel où elle se trouve dans les champs. La transmission des changements de température dans un sol donné ne dépend pas seulement de sa conductibilité proprement dite; elle dépend encore de la facilité plus ou moins grande avec laquelle s'y meut la vapeur d'eau.

» Cette étude détaillée des propriétés calorifiques des terrains permet d'analyser les résultats compliqués des observations faites sur la température des couches peu profondes du sol.

» *Condensation des gaz dans la terre arable.* — La terre arable condense les gaz, comme le font beaucoup de corps poreux : 1 volume de terre pris dans un champ renferme de 2 à 10 volumes de gaz et quelquefois plus. Le volume et la nature des gaz condensés varient avec la fertilité du sol. Cette condensation des gaz dans le sol explique certaines réactions qui s'y accomplissent, et les différences que présentent quelquefois, pour la culture, des terres semblables en apparence.

» L'extraction des gaz condensés par le sol doit se faire dans le vide, à une température peu élevée.

» *Diffusion des gaz par la terre arable.* — Les différents gaz traversent la terre arable avec des vitesses différentes, de sorte que la composition de deux mélanges de gaz ou de vapeurs séparés par une couche de terre se trouve promptement modifiée par l'action seule de cette cloison.

» Ce pouvoir de diffuser les gaz n'est pas le même pour toutes les terres et fournit un nouveau moyen de les distinguer. Cette propriété se rattache d'une manière directe, comme la précédente, à la théorie des réactions qui se produisent à l'intérieur de la couche arable.

» *Tension de la vapeur de l'eau de la terre arable.* — L'eau, à l'état de vapeur ou de liquide, joue dans tous les phénomènes agricoles un si grand rôle qu'on ne saurait assez s'attacher à étudier ses relations avec les terres végétales. Schübler a cherché à mesurer la faculté de la terre d'absorber ou de retenir l'humidité. Malheureusement sa méthode d'observation ne donne, comme pour la chaleur, que la résultante de plusieurs effets différents et ne permet pas d'arriver à la mesure des forces en action. M. Babo, dès 1855, a fait faire à cette question un pas décisif. Dans une expérience citée par M. de Liebig (1), il a montré que « la terre arable qui à une tem-» pérature donnée absorbe de l'humidité de l'air et s'en sature, en rend » à un air plus sec une certaine quantité. » Sans nier, assurément, que certains composés renfermés dans le sol puissent agir dans ce cas comme de simples sels hydratés, je pense que la porosité propre du sol exerce, en général, l'action principale dans le phénomène, et qu'elle agit en condensant la vapeur d'eau comme elle condense les gaz fixes eux-mêmes. Sans s'arrêter à la recherche de la cause du phénomène, il importait de l'étudier avec détails et surtout de le suivre dans ses relations avec les phénomènes culturaux et la valeur agricole de chaque sorte de terrain.

» La tension de la vapeur de l'eau engagée dans une terre arable dépend de la nature de cette terre, de la proportion d'eau qu'elle renferme et de la température de la masse. La tension de la vapeur d'eau de la terre devient égale à celle de l'eau liquide à la même température, quand la terre contient une proportion d'eau suffisante pour saturer sa faculté d'absorption.

» Je mesure la tension de la vapeur d'eau engagée dans le sol par trois méthodes destinées à se contrôler réciproquement; j'ai déjà pu

(1) *Lettres sur l'Agriculture moderne*, p. 43.

dresser, pour quelques terres, les tables des forces élastiques de la vapeur qu'elles émettent dans les limites de température de nos climats et pour des proportions d'eau engagées, variant depuis zéro jusqu'à la limite de saturation du sol. L'un des appareils employés à ces recherches se prête également à la détermination de la tension de la vapeur d'eau émise par les plantes.

» Si l'on trace des courbes dont les abscisses indiquent les températures, et les ordonnées les forces élastiques de la vapeur de l'eau engagée dans le sol, on reconnaît que ces courbes sont très-différentes d'une terre à l'autre.

» L'examen de ces courbes, ou des tableaux numériques qu'elles représentent, donne l'explication de faits qui surprennent souvent les agriculteurs. Toutes les fois que la force élastique de la vapeur émise par une terre est *inférieure* à la force élastique de la vapeur contenue dans l'air, cette terre reste fraîche. Une terre voisine de celle-ci, et semblable en apparence, se desséchera au contraire plus ou moins rapidement si la force élastique de la vapeur qu'elle émet est *supérieure* à la moyenne de la tension de la vapeur d'eau atmosphérique.

» Cette action de la terre sur l'eau explique encore pourquoi l'air, dans les campagnes, pendant la pluie, n'est pas toujours saturé d'humidité, comme on pourrait le penser. Le sol, dans ce cas, absorbe l'eau et condense en partie la vapeur qu'elle émet aussi longtemps qu'il n'est pas saturé à la température qu'il possède.

» Les faits précédents permettent de prévoir un phénomène important : si l'on fait arriver un courant d'air sur de la terre arable, on verra cette terre se refroidir si la tension de la vapeur de l'air est inférieure à celle de la vapeur de la terre; au contraire, la température de la terre s'élèvera si la tension de la vapeur de l'air est supérieure à celle de la terre, parce qu'alors il y aura condensation de vapeur dans le sol.

» Il y a plus : quand on ajoute de l'eau liquide à de la terre qui n'en renferme pas assez pour que la tension de sa vapeur à la température de l'expérience soit égale à celle de l'eau pure, la température de cette terre s'élève sensiblement. La mesure des *quantités* de chaleur dégagées dans ces circonstances fournit encore un caractère en rapport avec la qualité des différents sols.

» L'expérience précédente explique l'élévation de température que l'on remarque dans la couche arable quand il pleut après une sécheresse, même si la pluie est moins chaude que le sol lui-même.

» En résumé, la terre arable qui retient si bien l'ammoniaque et les autres matières solubles nécessaires à la nutrition des plantes, peut aussi, par sa porosité particulière, attirer et condenser autour des racines les gaz et l'eau indispensables au développement des végétaux.

» L'espace ne me permet pas de développer davantage les indications qui précèdent. Si l'Académie veut bien me le permettre, j'aurai l'honneur de lui présenter successivement les résultats des recherches dont je viens de résumer le but général. »

GÉOLOGIE. — *Sur les mines de cuivre du lac Supérieur et sur un nouveau gisement d'étain dans l'État du Maine.* (Extrait d'une Lettre de **M. Ch.-T. Jackson** à M. Élie de Beaumont.)

« Boston, le 24 octobre 1869.

» Les mines de cuivre du lac Supérieur ont fait des progrès étonnants, grâce à l'habileté et à l'énergie de M. Édouard-H. Jackson, et la mine de cuivre du Phénix, dirigée par lui, a produit la masse de cuivre la plus considérable qu'on ait vue jusqu'à présent. La description qui suit est tirée d'une Lettre adressée par lui à son frère John, qui l'a copiée, afin que je pusse vous l'envoyer :

« En juin dernier, dans la mine du Phénix, près du lac Supérieur, une » masse de cuivre d'une très-grande dimension, ayant 65 pieds de longueur, 32 pieds de hauteur et 4 pieds d'épaisseur à l'extrémité où elle » a été mise à découvert par un coup de mine, a été en partie dégagée par » une opération d'abattage (*sand blast*). C'est de beaucoup la plus grosse » masse de cuivre natif qui ait jamais été découverte.

» Si l'épaisseur moyenne était de 4 pieds et si la masse avait la pureté » moyenne du cuivre de cette région, elle donnerait au moins 1000 tonnes » de cuivre raffiné, valant, à raison de 20 cents la livre, 400 000 dollars (2 millions de francs). A la vérité, plusieurs mois devant s'écouler » avant que cette masse puisse être coupée en fragments assez petits pour » être extraits de la mine, il est impossible de fixer exactement, dès à présent, combien on en tirera de cuivre raffiné; mais, comme elle a en » quelques points 7 pieds d'épaisseur, il ne reste que peu de doutes, dans » l'esprit de juges compétents, sur l'exactitude de l'estimation précédente.

» Le gîte minéral dans lequel se trouve cette masse est une véritable fissure remplie (*vein*) coupant à angle droit différents bancs de trapp (*mélaphyre*), dont quelques-uns sont cuprifères, un banc épais de grünstein

» (*greenstone*), un banc de conglomérat et plusieurs bancs peu épais de grès » (nouveau grès rouge inférieur ou permien). La veine se dirige vers le » nord 20 degrés ouest et plonge vers l'est. La gangue est composée principalement de spath calcaire, de quartz et de prehnite, qui sont les gangues les plus habituelles dans la contrée. Dans la galerie de quarante fathoms, une branche qui avait été découverte précédemment à la surface » se réunit au gîte principal, qui à ce point commence à produire de nouveau du cuivre massif. Dans la partie inférieure de la mine, qui est la galerie de soixante fathoms, le gîte, dans les portions qui ont été ouvertes, » contient un grand nombre de petites masses de cuivre, en même temps » que la grande masse qui est située à 480 pieds au-dessous de la surface » et à 650 pieds au sud du banc de grünstein (mélaphyre compacte). »

» Mon cousin Édouard-H. Jackson est la première personne qui ait introduit la nitroglycérine dans les travaux des mines sur les rives du lac Supérieur, et il a parfaitement réussi.

» Je puis ajouter que la mine du Phénix a été la première découverte et ouverte par moi en 1844. Quoiqu'elle ait été signalée comme sans valeur par mes successeurs MM. Forster et Whitney, en 1850, elle est maintenant l'exploitation la plus prospère de toute la région du lac Supérieur, et elle justifie pleinement mon opinion originaire sur ses mérites.

» J'ai aussi le plaisir de vous annoncer la découverte d'un nouveau gisement de minerai d'étain sur le territoire de la ville de Winslow, près le collége de Waterville, dans l'État du Maine. Ce minerai a été trouvé par M. Daniel Moore au mois de janvier dernier, et il me l'envoya pour en faire l'essai. J'ai trouvé qu'il donnait 46 pour 100 d'étain fin : après avoir été lavé et nettoyé au moyen des acides, il donnait même 75 $\frac{1}{2}$ pour 100.

» Il y a plus de quarante petites veines dont l'épaisseur varie de $\frac{1}{4}$ de pouce à 1 pied. Les roches avoisinantes sont un calcaire gris-bleuâtre métamorphique, présentant des traces évidentes de stratification, et un gneiss. Le calcaire forme un des côtés de la masse de petites veines, et le gneiss l'autre côté. Il y a aussi un dyke de trapp qui accompagne les veines stannifères et qui tient lui-même un peu de minerai d'étain. Les minéraux qui composent les veines sont le quartz, le mica argentin et le spath fluor. Le minerai d'étain est cristallisé, et se présente aussi sous forme massive en nodules gros comme des noisettes ou des glands »

SÉISMOLOGIE. — *Les échos d'une tempête séismique.* Lettre adressée à M. Alexis Perrey, par **M. A. Rojas**, de Caracas. (Traduite de l'espagnol par M. Alexis Perrey.) (1).

« J'ignore si les faits séismologiques que j'ai à vous signaler dans cette Lettre sont nouveaux pour la science européenne et s'ils se sont déjà présentés quelquefois dans les régions de l'ancien continent; mais je puis vous assurer que c'est la première fois qu'ils s'offrent d'une manière évidente à la considération de l'observateur américain. Je viens vous entretenir du soulèvement du lit des rivières dans la partie nord du continent de l'Amérique du Sud, du débordement de leurs eaux et de l'irruption de l'Océan dans quelques-unes des Petites Antilles, le jour même et presque à la même heure où s'effectuait la ruine du Pérou par le fameux tremblement de terre du 13 août 1868.

» Le 23 novembre 1868 j'ai fait, à la Société des Sciences physiques et naturelles de Caracas, la Communication suivante, que je reproduis textuellement :

Par des Lettres de Bolivar (État de Guayana), apportées par le dernier courrier du 12, nous apprenons que, le même jour et presque à la même heure, que l'une des plus formidables commotions de notre planète a détruit les ports et les villes du Pérou, les eaux de l'Orénoque se sont élevées d'environ 1 mètre (*como una vara*) à Bolivar, et que le même phénomène a eu lieu dans l'Arauca, l'un des affluents du grand rio de la Guayana, entre $3^h 30^m$ et 4 heures du soir.

A quelle cause pouvons-nous attribuer cette violente affluence des eaux dans ces rivières, le même jour et presque à la même heure que la tempête séismique du Pacifique ébranlait l'Océan et la terre ferme d'une façon si formidable? On ne peut expliquer ce phénomène que de la manière suivante.

L'axe volcanique de l'Amérique du Sud, qui pénètre dans le continent à l'ouest du cap Horn, se dirige au nord en suivant une ligne sur laquelle se trouvent les foyers volcaniques du Chili, de la Bolivie et du Pérou. C'est là ce qui explique pourquoi les révolutions séismiques de ces régions sont presque toujours synchroniques. C'est à l'est de l'Arica, l'une des villes les plus maltraitées par la dernière catastrophe, que l'axe volcanique se sépare des côtes péruviennes et quitte la direction du sud au nord pour se diriger au nord-est, à travers les plaines de l'Écuador, de la Colombie, de l'Apure et de l'Orénoque, dans les solitudes de la côte venezuelienne, entre Caracas et Barcelona, pour poursuivre son cours dans le bassin des Antilles et de l'océan Atlantique.

En quittant le Pérou, l'axe volcanique traverse les vastes plaines dans lesquelles se rencontrent les affluents les plus considérables de l'Amazone. Plus bas, il traverse de grandes

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier au *Compte rendu*.

rivières, l'Atrato, le Guaviare, le Casiquire, le Meta et l'Apure, affluents de l'Orénoque, qui, descendant des Cordillères orientales de l'Écuador, de la Colombie et du Venezuela, versent leurs eaux dans l'Atlantique. Remarquons ensuite que, du moment que l'axe volcanique abandonne les côtes du Pacifique, il ne fait plus que traverser des plaines couvertes de forêts, lourde masse de terrains horizontaux que très-rarement ébranlent les convulsions des Andes, et dans lesquelles coulent, au milieu d'un calme continuel, les tributaires des deux grands bassins au nord du continent, l'Amazone et l'Orénoque.

Le choc terrible et la révolution océanique qui ont suivi la catastrophe du 13 août 1868, comme les phénomènes de l'Écuador et du Chili, montrent que l'axe volcanique du continent était affecté dans sa partie méridionale; et quoique toute son intensité ait agi sur les régions du Pacifique, on peut présumer que les premières ondes (*ondas precursoras*), peut-être moins intenses, se sont propagées au nord-est, dans la direction de l'axe volcanique; que, sans y renverser les villages et sans faire trembler les Cordillères, elles ont, brusquement et sur des espaces limités, soulevé les couches profondes des savanes et par suite les eaux des rivières qui arrosent ces immenses solitudes.

C'est à ce soulèvement subit que doivent s'attribuer l'élévation et l'accroissement des eaux dans les régions de l'Orénoque et de l'Arauca. Ce phénomène doit s'être manifesté dans presque toutes les plaines à l'est de l'Écuador, de la Colombie et du Venezuela, sur une ligne parallèle à la direction de l'axe volcanique; et, bien que, jusqu'à ce jour, nous n'ayons encore quelques renseignements que sur l'accroissement des eaux dans les deux rivières citées, je suis porté à croire qu'un pareil phénomène doit s'être manifesté dans beaucoup des affluents de l'Amazone et dans d'autres de l'Orénoque; ou, pour mieux dire, dans presque toute la zone orientale du continent, bornée au sud par l'Amazone et au nord par la côte du Venezuela. Les habitants de ces belles régions doivent avoir remarqué l'irruption rapide des eaux, accompagnée peut-être de quelque tonnerre souterrain.

Ainsi donc, si, d'un côté de l'Amérique, l'homme de science a été témoin de la plus horrible catastrophe qu'ait enregistrée l'histoire et qu'aient produite les forces mystérieuses dans leur plus grande et plus terrible expansion sous la croûte terrestre; si d'un côté il a vu l'anéantissement de la race humaine, l'irruption de l'Océan, la destruction des villes et des grands travaux de l'art, de l'autre il a constaté la même cause soulevant le lit des fleuves et contemplé leurs eaux inondant leurs rives, comme un écho de cette force qui, quelques instants plus tard, dans les régions les plus éloignées de l'hémisphère, remplissait les populations d'épouvante et plongeait des milliers de familles dans l'indigence.

» La lecture de cette Note fut suivie d'une vive discussion; mais la Société ne prit aucune conclusion sur ce sujet; elle crut devoir attendre des faits plus nombreux.

» Plus tard, le 18 janvier 1869, j'en présentai de nouveaux à la Société. Le 13 août 1868, entre 3^h30^m et 4 heures du soir, les eaux de l'océan Atlantique ont laissé à sec une partie des côtes occidentales de l'île de Grenade (Petites Antilles) et sont tout à coup revenues en s'élevant au-dessus de leur niveau ordinaire. Ce phénomène a été instantané et a coïncidé avec

celui des eaux de l'Orénoque et de l'Arauca. Aujourd'hui, je puis donc résumer les faits ainsi :

» Le 13 août 1868, entre 3^h30^m et 4 heures du soir, à Bolivar, soulèvement des eaux de l'Orénoque à une *vara*, ou environ un mètre, de hauteur.

» A la même heure, un voyageur passant sur le bord de l'Arauca, près de son confluent dans l'Orénoque, remarqua que tout à coup les eaux s'avancèrent sur les rives de la rivière et s'élevèrent jusqu'au ventre de son cheval.

» Le même jour et à la même heure, les eaux de l'Apure, à la longitude de San-Fernando, augmentèrent tout à coup et s'élancèrent à une distance de 6 à 8 mètres. Puis la marée baissa à l'instant même, mais les eaux restèrent encore agitées pendant quelques minutes, après lesquelles elles reprirent leur calme antérieur. Beaucoup d'habitants de San-Fernando furent témoins de ce phénomène, qui leur causa une grande surprise, et qu'ils attribuèrent à une cause lointaine et mystérieuse, complétement inconnue par eux.

» Dans la même soirée, et encore entre 3^h30^m et 4 heures, l'Océan laissa à sec une partie des côtes occidentales de l'île de Grenade, dans les Petites Antilles : les eaux revinrent avec violence et envahirent, dans un instant, une partie du terrain qui, auparavant, se trouvait à sec.

» Le même soir et à la même heure, les habitants de Juan-Griego, au nord de l'île de Margarita, en face de Cumana, se sauvèrent jusque dans la partie la plus élevée du village, épouvantés à la vue des eaux de la mer qui s'élancèrent à 6 ou 8 mètres de la plage et montèrent jusqu'aux portes des maisons. La vague baissa ensuite, se retira et disparut enfin sans avoir causé aucun dégât. Dans leur fuite, les habitants de Juan-Griego se rappelaient l'inondation de Saint-Thomas, et ils ne reprirent confiance que quelques heures plus tard.

» Le même phénomène s'est présenté dans le port de Rio-Caribe, côte de Cumana.

» On dit que, dans la même soirée, les eaux du Juruari éprouvèrent une crue rapide; mais les détails manquent.

» Voilà une série de faits qui confirment jusqu'à un certain point la manière dont j'ai expliqué le phénomène quand je ne connaissais encore que deux localités. Il me semble que, aujourd'hui, je puis affirmer que c'est à une force souterraine que doit se rapporter le phénomène observé dans les rivières du Venezuela, aussi bien que celui qui a été constaté dans la mer des Antilles. D'un autre côté, je dois rappeler que l'axe volcanique de l'Amérique méridionale passe précisément entre San-Fernando et Bolivar,

s'étend à l'ouest de la Margarita, et se prolonge à une petite distance des Petites Antilles.

» De plus, un fait nouveau vient corroborer ma manière d'envisager le phénomène. Dans la même soirée du 13, vers 10 heures, une forte secousse de tremblement de terre ébranla beaucoup de localités des Andes venezueliennes qui bornent les plaines de Barinas et la Portuguesa au nord du rio Apure. Ce tremblement commença la série des secousses qui devaient, deux mois plus tard, agiter la partie des Andes de la Colombie et de Merida, bornées elles-mêmes par les plaines du continent. Je vous en ai déjà transmis les détails.

» Quand je communiquai mes observations à la Société des Sciences physiques et naturelles, j'émis l'opinion que la crue (*aflujo*) des eaux était due à un soulèvement subit de la croûte terrestre. Je dis que les eaux transportées de régions éloignées s'étaient accumulées en des points déterminés, et en parlant de cette crue des rivières, je citai les points où les eaux avaient surpassé leur niveau général. On conçoit, en effet, que le lit des rivières fut affecté par la série des vibrations que causa le mouvement brusque constaté à de grandes profondeurs; ces vibrations se propagèrent comme celles qui forment les ondes sonores, agissant sur une masse liquide, considérable, etc., renfermée dans un vaste lit; elles produisirent, par leur nombre et leur répétition dans leurs points de rencontre, un effort suffisant pour soulever la masse liquide et faire déborder les eaux en beaucoup d'endroits. Je ne pense pas qu'on puisse expliquer d'une autre manière rationnelle ces débordements de l'Océan qui s'observent sur les côtes pendant la durée d'une convulsion séismique quelconque. Ce n'est pas le fond de la mer ou des rivières qui se soulève de la quantité qu'on mesure dans la hauteur des eaux, ce sont les vibrations du fond qui, dans leur propagation rapide, s'ajoutent, se multiplient et produisent l'intumescence de la masse liquide. Il n'y a pas de changement de lit, ni de transport d'eau: c'est une transmission de forces.

» Si nous admettons que, le 13 août, le grand tremblement du Pérou a eu lieu à 5 heures précises du soir, et que nous tenions compte de la différence de longitude entre la côte péruvienne et San-Fernando-de-Apure, localité la plus occidentale du Venezuela où l'on a observé le mouvement des eaux, nous trouverons que le phénomème de Venezuela a précédé d'environ vingt-cinq minutes (1) la catastrophe du Pacifique.

(1) Il doit s'être glissé ici quelques erreurs de calcul, car le Soleil passe aux méridiens du Pérou *plus tard* qu'au méridien de San-Fernando. E. D. B.

» Cet intervalle de vingt-cinq minutes est une différence de temps trop insignifiante qui ne saurait nous empêcher de considérer les faits comme simultanés. Il y a eu des trépidations préliminaires (*precursoras*), de la même manière qu'à Tacna il y a eu des tremblements de l'est à l'ouest dans les journées qui ont précédé le 13 août, et à Arica dans la nuit du 12. Ainsi, quand les forces souterraines détruisaient, d'un côté de l'hémisphère, presque tous les ports du Pacifique à 5 heures du soir, une partie de cette même force s'était déjà manifestée ou annoncée vingt-cinq minutes auparavant, par des trépidations sur les côtes de l'Atlantique.

» A première vue, il paraît impossible de comprendre comment les tempêtes séismiques du Chili et de l'Amérique du Sud, qui presque toujours sont accompagnées de manifestations synchroniques dans l'Amérique centrale, la Californie, le Mexique, etc., peuvent aussi avoir une influence sur les Andes de la Colombie et du Venezuela et sur les Petites Antilles. Cependant une étude attentive de tous ces phénomènes nous révèle les directions que suivent les mouvements qui ont leur origine dans le grand foyer volcanique du Chili et du Pérou : d'un côté, l'influence s'exerce pour les régions du Pacifique en mettant à contribution tous ses foyers en activité; tandis que de l'autre côté l'influence cherche les régions de l'Atlantique et de la mer des Antilles par l'intermédiaire du grand axe volcanique du continent, qui se sépare des côtes du Pérou pour traverser les plaines de l'Amérique du Sud et entrer dans la mer des Antilles par la côte nord du Venezuela.

» Dans un Mémoire publié il y a quelque temps (*Sobre la Tempestad seismica de las Antillas de* 1868 *y* 1869. VARGANSIA, num. 1 à 3), j'ai essayé de prouver l'influence que le grand axe volcanique de l'Amérique du Sud a sur les mouvements séismiques des Petites Antilles et sur beaucoup des tremblements de terre de la Colombie et du Venezuela. Toutefois, je puis remonter jusqu'aux époques les plus éloignées dans lesquelles tous les faits observés viennent à l'appui de la grande théorie de M. Élie de Beaumont (1). Il m'a semblé remarquer que toutes les fois que des secousses ont lieu dans la Cordillère orientale des Andes de la Colombie, d'où sortent les Andes de Venezuela, l'origine de ces mouvements doit être recherchée, non dans ces localités ébranlées, mais dans les régions australes du continent, c'est-

---

(1) L'arc de grand cercle que l'auteur désigne sous le nom d'axe volcanique de l'Amérique du Sud, me paraît approcher beaucoup de coïncider avec le grand cercle du réseau pentagonal que j'ai appelé *primitif du Groënland et du Chili*. E. D. B.

à-dire dans les foyers du Chili et du Pérou, d'où part l'axe volcanique de l'Amérique du Sud. De cette manière, une série de secousses dans les Andes au nord de l'équateur et dans les Petites Antilles, nous indique que des phénomènes semblables se manifestent, avec plus ou moins d'intensité, dans quelques-unes des régions qui sont sous l'influence du grand axe volcanique du continent.

» Ainsi, en 1785, le 12 juillet, il y eut un petit tremblement de terre à Bogota; dès le 10 du même mois la terre tremblait à Saint-Domingue; le 11, il y avait encore des secousses de l'ouest à l'est dans cette île, dans celles d'Antigoa, de Saint-Christophe, de Tortola et en mer.

» En 1834, le Chili, le Pérou et la Colombie éprouvèrent des secousses presque simultanées. Le 20 janvier eut lieu le tremblement de Pasto, et le 22 la terre trembla fortement à la Martinique.

» Mais le fait de simultanéité ou de synchronisme le plus remarquable qu'offre l'axe volcanique de l'Amérique méridionale, dans son passage aux environs de la Cordillère orientale des Andes colombiennes, est le tremblement qui dévasta Bogota et beaucoup d'autres lieux le 16 novembre 1827. A la même heure que s'agitait le plateau élevé de Bogota, de violentes secousses ébranlaient la ville d'Okhotsk, en Sibérie, à une distance de 3000 lieues.

» On ne doit rien voir de surprenant dans ce phénomène de synchronisme et dans d'autres que je passe sous silence, si l'on se rappelle, qu'en quittant les Antilles pour gagner les mers du Nord, l'axe volcanique de l'Amérique du Sud traverse la Sibérie et court rejoindre les foyers volcaniques de l'Inde.

» Je pourrais citer une multitude de cas de synchronisme entre les tremblements de terre du Chili, du Pérou et de la Cordillère orientale de la Colombie, et les mouvements séismiques des Andes du Venezuela, les côtes de Caracas et les Petites Antilles : tous ces cas montrent l'existence de la grande faille (*hendedura*), de l'axe volcanique qui établit une communication, à une grande profondeur, entre les forces souterraines des régions du Pacifique, des Andes du Chili et du Pérou, et les forces du foyer volcanique situé dans le bassin des Antilles.

» C'est une croyance générale à Caracas que tous les tremblements qu'on y éprouve, dans la direction de l'est ou du sud-ouest, ont leur origine dans le foyer volcanique de Çumana et des régions voisines. Eh bien, c'est une erreur complétement en désaccord avec les faits. Le foyer de Cumana est un foyer passif, soumis à de longues périodes de repos, qui se trouve en

relation plus directe avec les régions volcaniques de l'hémisphère oriental, de l'Atlantique et des Petites Antilles, qu'avec les divers foyers des Andes. Les tremblements de terre, qui, presque insignifiants dans le plus grand nombre de cas, se ressentent à Caracas, dans les directions indiquées, dépendent presque exclusivement de l'axe volcanique qui traverse l'Amérique et passe près de la région orientale de nos Andes; et, tandis que les Cordillères du Tachira, de Merida et de Truxillo tremblent sous l'influence de l'axe, les régions de Cumana restent calmes et en repos dans le plus grand nombre des cas. Le mouvement peut se transmettre à Caracas, ou par la Cordillère de la côte en ressentant le choc qui la croise, ou par la zone des plaines (*llanos*) sous laquelle passe l'onde profonde du mouvement, sans que ces llanos en éprouvent la plus petite trépidation.

» Caracas, 14 juillet 1869. »

HISTOIRE DE L'HOMME. — *Découverte de restes de l'âge de pierre en Égypte.* Lettre de **MM. E. Hamy** et **F. Lenormant** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Thèbes-Louqsor, 30 octobre 1869.

» Nous vous prions de vouloir bien faire connaître à l'Académie une découverte que nous venons de faire dans le cours d'un voyage dans la haute Égypte, entrepris sous les auspices de S. A. le khédive, découverte qui n'est peut-être pas indigne d'attirer quelques instants l'attention de la docte Compagnie.

» L'existence d'un âge de pierre en Égypte avait été jusqu'à présent contestée. Les faits que nous vous soumettons nous paraissent de nature à modifier les idées qui ont cours à ce sujet chez les égyptologues.

» Sur le plateau élevé qui sépare la célèbre vallée de Biban-el-Molouk des escarpements qui dominent les édifices pharaoniques de Deir-el-Bahari, nous avons constaté la présence d'une innombrable quantité de silex taillés gisant à la surface du sol, dans une étendue de plus de 100 mètres carrés. Ces pierres travaillées, qui appartiennent aux types bien connus, désignés sous les noms de pointes de flèches, pointes de lances, hachettes lancéolées et amygdaloïdes, couteaux, grattoirs, perçoirs, percuteurs et nucléus, constituent évidemment les restes d'une fabrication ancienne, suivant toutes les probabilités préhistorique et exactement comparable à ce qu'on désigne en France sous le nom d'*atelier de la période néolithique*.

» MM. Balard, de Quatrefages, Würtz, Jamin, Broca, Berthelot, avec lesquels nous avons la bonne fortune de faire le voyage, ont été les témoins

de la découverte et nous autorisent à déclarer ici qu'ils ont constaté l'origine des échantillons par nous recueillis et leur similitude avec les objets de l'âge de pierre d'Europe. Nos meilleures pièces seront déposées au Musée de Saint-Germain, où les savants spéciaux pourront les consulter. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur le développement et la propagation du Strongle géant.* Note de **M. Balbiani**, présentée par M. Cl. Bernard.

« Le développement du Strongle géant (*Eustrongylus gigas*, Dies) et son mode de transmission d'un animal à un autre n'ont jamais été étudiés jusqu'ici; ce qui s'explique du reste facilement par la grande rareté de ce parasite. Un hasard heureux m'ayant mis à même de faire quelques recherches à ce sujet, je demande la permission d'en présenter ici un court résumé. Je ne suis malheureusement pas parvenu à élucider quelques-uns des points les plus importants de l'évolution du Strongle. Mes recherches, d'ailleurs, ne sont pas terminées; toutefois, je puis, dès à présent, signaler à l'Académie quelques résultats que je crois bien établis, tels que la détermination des conditions dans lesquelles l'embryon se développe, la description des caractères de ce dernier, la démonstration que le Strongle ne se transmet pas au moyen d'œufs contenant un embryon, introduits dans le tube digestif des animaux qui renferment ce parasite sous sa forme parfaite et sexuée.

» L'œuf du Strongle géant a une forme ovale; il mesure $0^{mm},068$ dans son plus grand diamètre, et $0^{mm},042$ dans le plus court. La coque est formée par un chorion chitineux, transparent, épais, néanmoins très-fragile, de couleur brune, sauf aux deux extrémités où elle est incolore. Elle est traversée de part en part par un grand nombre de canaux, en forme d'entonnoir, relativement larges, qui s'enfoncent perpendiculairement dans son épaisseur. Ces canaux ne manquent que dans la partie incolore des deux pôles, laquelle présente un aspect complétement homogène. En dedans de cette première enveloppe se trouve la membrane vitelline, assez épaisse elle-même, et étroitement appliquée contre la surface interne du chorion. Dans tous les œufs que j'ai examinés après les avoir retirés de l'utérus de la femelle (1), le vitellus était déjà fractionné en deux sphères de segmentation renfermant chacune à son centre un nucléus clair. C'est là le stade de déve-

(1) Cette femelle, adulte, d'une longueur de 860 millimètres, se trouvait en compagnie de deux mâles, également adultes, dans la cavité abdominale du chien d'où ces vers ont été retirés.

loppement le plus avancé qu'il m'ait été donné d'observer, et, d'après ce que l'on connaît des autres espèces de Vers nématoïdes, dont l'utérus renferme en tout temps, chez la femelle adulte et fécondée, des œufs avec l'aspect qu'ils présentent au moment de la ponte, il n'est pas présumable non plus que ceux du Strongle atteignent dans le tube génital de la femelle un degré d'organisation plus avancé que celui que j'ai constaté. Cette observation démontre donc la fausseté de l'opinion, assez répandue dans la science, que le Strongle géant met au monde des petits tout formés.

» Aussitôt après avoir été extraits du corps de la femelle, une partie des œufs fut placée (le 24 novembre 1868) dans un flacon avec de l'eau pure, l'autre dans du sable humide contenu dans des verres de montre. Pour empêcher l'évaporation, ceux-ci furent conservés sous une cloche renversée sur une assiette pleine d'eau. Durant tout le cours de l'hiver, le fractionnement du vitellus n'a fait aucun progrès; ce ne fut que vers le milieu du mois d'avril 1869, c'est-à-dire quatre mois et demi après leur extraction du corps de la femelle, que je constatai dans les œufs une reprise du travail embryogénique. Chez quelques-uns, le vitellus était divisé en quatre; chez d'autres, en six ou un plus grand nombre de sphères de segmentation; dans plusieurs enfin, il avait déjà pris l'aspect mûriforme. Toutefois ce ne fut qu'après qu'un mois entier s'était encore écoulé, que j'observai (le 19 mai), dans la plupart, un embryon d'apparence encore entièrement celluleuse, mais doué déjà de mouvements spontanés bien appréciables. Enfin, vers la fin de mai, presque tous les œufs contenaient un embryon bien formé; dans un petit nombre seulement, le vitellus n'avait pas encore franchi tous les stades de sa segmentation.

» Pour bien étudier la forme et les autres caractères de l'embryon, il convient de le dégager des enveloppes de l'œuf, en rompant la coque par des pressions ménagées. Mis ainsi en liberté, l'embryon demeure le plus souvent complétement immobile, ou n'exécute que quelques mouvements lents et rares; puis, après quelques minutes, il s'altère visiblement, des vacuoles se montrent dans son intérieur, et il meurt. Tels sont les phénomènes qui se manifestent dans l'eau pure, et qui prouvent que ce liquide n'est pas le milieu naturel du jeune Strongle à sa naissance. Déjà, dans l'eau salée, celui-ci se conserve intact pendant un temps plus long; mais c'est surtout dans l'albumine que l'embryon manifeste son bien-être par la vivacité et la succession rapide de ses mouvements.

» L'embryon du Strongle a une longueur de $0^{mm},24$ et une largeur de $0^{mm},014$. Il est cylindrique, et s'atténue insensiblement de la partie anté-

rieure vers la partie caudale. La tête est pointue et porte à son extrémité la bouche. Celle-ci est une petite ouverture ronde, qui n'offre encore aucune trace des six papilles qui l'entourent chez l'adulte. Elle m'a paru munie d'un petit dard chitineux, protractile, qui sert sans nul doute au jeune ver à percer les tissus de l'animal dans lequel il s'est établi. L'œsophage est cylindrique, à contours peu accusés, et ne montre avec netteté que son tube chitineux intérieur sous la forme d'une ligne brillante et claire. L'intestin qui lui fait suite apparaît comme une bande longitudinale, granuleuse, qui s'étend jusqu'à l'extrémité de la queue.

» Les œufs que je possède séjournent actuellemeut depuis un an dans l'eau pure ou dans le sable humide, l'embryon y est formé depuis déjà plus de cinq mois, et néanmoins je n'ai pu encore constater l'éclosion d'un seul. D'un autre côté, nous avons vu que le jeune Strongle périt rapidement dans l'eau. De ces faits on doit conclure que l'embryon est obligé de revenir à la vie parasite encore renfermé dans l'œuf. Mais ce retour a-t-il lieu directement dans l'animal où le Strongle acquiert son développement complet, ou après un séjour plus ou moins prolongé dans l'organisme d'un autre animal, d'espèce différente, qui lui sert d'hôte provisoire? Pour essayer d'éclaircir cette question, j'ai institué les expériences suivantes :

» 1° Des œufs de Strongle, au nombre de plusieurs centaines, contenant tous un embryon mûr, furent donnés à un chien, mêlés aux aliments. Cinq mois après, le chien fut sacrifié; tous les organes, en particulier les reins et leurs annexes, furent examinés avec le plus grand soin, mais on ne découvrit aucun ver pouvant être rapporté au Strongle géant.

» 2° Cette expérience fut répétée dans les mêmes conditions sur un autre chien, qu'on tua au bout de quatre mois. Le résultat fut entièrement négatif comme dans le cas précédent.

» 3° Après avoir préparé, avec des tronçons de tuyau de plume, cinq petits tubes longs de 1^c,5 environ, et dont la paroi fut percée de plusieurs trous, on plaça dans chacun de ces tubes quelques minces bandes de papier brouillard imbibées d'eau où flottaient un grand nombre d'œufs de Strongle contenant un embryon bien développé. Les tubes furent fermés à chaque bout par un diaphragme de toile, puis introduits directement dans l'estomac d'un chien, par une fistule que celui-ci portait au ventre. Retrouvés le surlendemain dans les matières fécales de ce chien, on examina attentivement leur contenu au microscope. Dans quatre d'entre eux, les œufs s'étaient maintenus intacts; dans le cinquième seulement, ils étaient forte-

ment altérés : la coque, ramollie et ouverte aux deux bouts, ne renfermait plus qu'un embryon ratatiné et coloré en brun par la bile.

» 4° Deux boulettes de coton, imbibées d'eau renfermant des œufs de Strongle, furent placées chacune dans un nouet de toile. Ces nouets, attachés à des fils assez courts, furent introduits dans l'estomac du chien précédent par la fistule gastrique, et fixés par les fils au bouchon de la canule placée dans l'ouverture ventrale. En retirant ce bouchon vingt-quatre heures après, on ne retrouva plus qu'un seul des deux nouets, l'autre s'étant détaché et ayant été entraîné dans l'intestin. Le coton renfermé dans le nouet resté en place était fortement imbibé de suc gastrique, néanmoins tous les œufs étaient restés intacts.

» Ces expériences prouvent que ce n'est pas à l'état d'embryon mûr, renfermé dans la coque de l'œuf, que le Strongle pénètre dans l'animal où il doit achever son développement, puisque dans tous les cas rapportés plus haut cet embryon a traversé l'intestin sans éclore, ou bien a été détruit par l'action dissolvante des sucs digestifs. L'insuccès de ces tentatives de transmission directe du Strongle donne donc une grande probabilité à l'hypothèse qui admet le concours d'au moins deux espèces animales distinctes, pour que le parasite rencontre les conditions nécessaires aux progrès de son développement. Mais quelle est l'espèce apte à jouer le rôle d'hôte temporaire et à abriter le ver pendant le premier âge de sa vie? En se fondant sur diverses considérations sur lesquelles je ne puis m'arrêter ici, MM. Schneider et Leuckart pensent qu'il faut la chercher dans la classe des Poissons, et plus particulièrement parmi les *Anguilliformes* et les *Esoces*. Je dois dire que les expériences que j'ai instituées pour vérifier cette manière de voir ne lui sont pas favorables. J'ai introduit à plusieurs reprises des œufs de Strongle contenant un embryon mûr dans le tube digestif d'un certain nombre d'anguilles, que j'examinais ensuite à différents intervalles, et je n'ai jamais trouvé, ni dans l'intestin ni dans les autres organes, aucun embryon libre en dehors des œufs. Répétées sur d'autres espèces de Poissons (*Cyprinus carpio* et *auratus*), ces expériences ont donné le même résultat négatif. Il en est de même de mes tentatives faites sur des Reptiles et des Batraciens (Couleuvres, Tritons). Quant aux Invertébrés, mes expériences se bornent, jusqu'ici, à une seule espèce, le *Gammarus pulex*. Ces petits Crustacés recherchent avec avidité les œufs de Strongle placés dans l'eau où ils vivent, mais tous ces œufs offrent la coque ramollie et percée à ses deux extrémités, et l'embryon digéré.

» *Conclusions.* — 1° Le développement de l'œuf du Strongle géant com-

mence dans l'utérus de la femelle, mais s'arrête bientôt, pour ne s'achever qu'après que l'œuf a été expulsé du corps de l'hôte et mis en contact avec l'eau ou la terre humide.

» 2° Entre ce dernier moment et celui de l'apparition de l'embryon, il s'écoule de cinq à six mois en hiver; en été, ce temps serait probablement beaucoup plus court.

» 3° L'embryon peut séjourner un an au moins dans l'œuf sans périr; mis au contact de l'eau pure, par éclosion artificielle, cet embryon s'altère rapidement; il ne vit bien que dans les liquides albumineux.

» 4° L'œuf n'éclôt pas dans le tube digestif des animaux où le Strongle acquiert son développement complet, mais dans une espèce différente, encore inconnue, qui sert d'hôte temporaire au parasite jusqu'à sa migration dans l'hôte définitif.

» Ces recherches ont été faites au Muséum d'Histoire naturelle, dans le laboratoire de physiologie générale de M. Claude Bernard. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'accouplement et la ponte des Aplysiens;* *par* **M. P. Fischer.**

« L'accouplement de l'*Aplysia fasciata* a été décrit par Rang; mais ce naturaliste ne l'a observé qu'une seule fois et d'une manière incomplète.

» J'ai pu faire un grand nombre d'observations à ce sujet dans l'aquarium d'Arcachon, où j'ai eu à ma disposition des individus nombreux des espèces suivantes : *Aplysia fasciata, Aplysia depilans* et un petit Aplysien, voisin des *Dolabrifera,* et que j'appellerai provisoirement *Dolabrifera Lafonti.*

» L'*Aplysia fasciata* s'accouple fréquemment durant le mois de septembre. Presque toujours on voit deux individus accouplés, l'un remplissant le rôle de mâle, l'autre le rôle de femelle. La femelle adhère fortement aux rochers avec son pied, le mâle insinue son col entre les lobes natatoires de la femelle, les écarte, saisit avec la partie antérieure de son pied la membrane qui recouvre la coquille, et y adhère tellement qu'on a de la peine à lui faire lâcher prise; enfin, il introduit la verge dans la rainure génitale. L'accouplement dure plusieurs heures, et les animaux restent immobiles, placés à peu près dans la même direction.

» Quelques jours après, l'accouplement s'effectue de nouveau, l'individu femelle remplissant alors le rôle de mâle, et le mâle le rôle de femelle.

» J'ai vu plusieurs fois l'accouplement entre cinq ou six individus for-

mant une sorte de chaîne : le premier étant femelle; le dernier, mâle; les intermédiaires, mâle avec celui qui était placé en avant, et femelle avec celui qui les suivait. Ce mode particulier d'accouplement n'a été signalé que chez les Limnéens.

» Jamais je n'ai pu constater l'accouplement réciproque entre deux Aplysies; au contraire, chez le *Dolabrifera Lafonti*, ce mode d'accouplement est la règle. Les animaux, dont le corps est très-plat et le pied très-large, se placent de telle sorte que le côté droit de l'un corresponde au côté droit de l'autre; les têtes regardent dans les directions opposées. Les modes d'accouplement signalés plus haut chez les Aplysies n'existent pas pour les *Dolabrifera*.

» La ponte des Aplysies dure plusieurs heures; le ruban ovigère glisse dans la rainure génitale, passe dans le sillon qui sépare le mufle du pied, est saisi par le bord antérieur du pied et appliqué par celui-ci sur les corps sous-marins (algues, zostères, pierres, etc.). Par suite de ces dispositions, le ruban ovigère semble sortir de la bouche; il est d'ailleurs dissimulé dans la rainure génitale par la contraction des téguments.

» L'adhérence du ruban ovigère est immédiate; il est impossible de dévider en quelque sorte les écheveaux constitués par les anses de ce long ruban. Au moyen de pesées, j'ai pu m'assurer que l'*Aplysia fasciata* pondait environ 17 grammes d'œufs et que le ruban ovigère avait une longueur de 18 mètres, égale par conséquent à 120 fois la longueur du corps du mollusque. J'évalue à plus de 100 000 le nombre des œufs de chaque ponte. Or la même Aplysie pond plusieurs fois en septembre, et il y a déjà eu au printemps une première saison d'accouplement et de ponte.

» A ces époques, les Aplysies sont très-abondantes sur nos rivages; elles vivent dans la zone littorale à la profondeur de 2 à 6 brasses, et se nourrissent exclusivement de zostères. Les deux espèces que j'ai étudiées étaient cantonnées, et nulle part ne se trouvaient mélangées en proportion égale.

» Il est singulier que nous ne connaissions pas d'ennemis aux Aplysies; parquées avec des poissons, des crustacés, des céphalopodes, des mollusques carnassiers, elles n'ont pas été attaquées.

» L'*Aplysia fasciata*, dont les lobes natatoires sont très-développés, nage aisément dans les chenaux du bassin d'Arcachon; elle étend et rapproche alternativement les lobes du manteau. Je ne l'ai pas vue progresser en maintenant son pied à la surface de l'eau et son corps renversé, ainsi que le font les *Doris* et les *Eolis*. Je n'ai jamais eu l'occasion de voir nager l'*Aplysia depilans*, dont les lobes natatoires sont courts; le *Dolabrifera Lafonti* rampe

à la surface des zostères et ne nage pas; les lobes du manteau sont réduits, chez ce mollusque, à leur plus petite dimension. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur l'anatomie des Alcyonaires.* Mémoire de **MM. G. Pouchet** et **A. Myèvre**, présenté par M. Ch. Robin.

« Les systèmes anatomiques de la plupart des animaux inférieurs n'ont pas été jusqu'à ce jour nettement déterminés. L'existence d'éléments musculaires distincts en particulier, longtemps admise sur la foi des mouvements que l'on voyait exécuter aux animaux, n'a été démontrée que tout récemment chez les Actinies, par M Schwalbe. Quant aux Alcyonaires, M. C. Genth, à la vérité, a donné la description des muscles du *Solenogorgia tubulosa*, mais cette description est fort incomplète, et même elle ne se rapporte par aucun point à celle que nous avons pu faire des muscles de deux autres Alcyonaires, l'*Alcyonium digitatum* et l'*A. palmatum*.

» Les éléments musculaires sont des fibres pâles, molles sur le vivant, de $0^{mm},002$ de diamètre environ, quand elles sont contractées *au maximum*, ordinairement beaucoup plus minces. Elles sont finement granuleuses, sans noyaux et ont des bords nets. On parvient facilement à les isoler au moins dans une partie de leur longueur, qui est variable. Ces fibres musculaires par l'aspect, par les dimensions, sont très-semblables à celles des Némertiens. Ces fibres chez les Alcyonaires sont disposées tantôt en nappe et tantôt en faisceaux plus ou moins gros, qui forment de véritables muscles ayant parfois des insertions très-limitées et devant être décrits et dénommés comme autant d'organes premiers.

» 1° *Muscles longitudinaux.* — Ils sont au nombre de huit, et correspondent à chacune des lames mésentéroïdes, qu'ils contribuent eux-mêmes à former. Ils s'étendent depuis le péristome jusque fort loin dans le cœnenchyme (*sarcosome* de M. Lacaze-Duthiers), où on les trouve encore très-distincts sur les parois du large conduit qui fait suite au corps de chaque polype (*grossere Saft-Kanale* de Kœlliker).

» 2° Ce conduit, dans toute son étendue, offre, sous l'épithélium qui le tapisse, une couche de fibres circulaires ou transversales recouvrant et croisant à angle droit les fibres des muscles longitudinaux appliquées contre la substance du cœnenchyme. Ces fibres contournent, en gardant leur direction, les lames mésentéroïdes, et on les retrouve, toujours dans les mêmes rapports, jusque sur la paroi des cavités périgastriques.

» 3° *Sphincter.* — Ce muscle occupe le péristome. Il est formé de huit

portions. Chacune est de figure à peu près carrée et correspond à la base d'un tentacule; les huit portions sont séparées par des raphés qui ne sont autre chose que les lignes d'insertion des lames mésentéroïdes sur le péristome.

» 4° *Muscles tentaculaires.* — Chaque cloison séparant les cavités périgastriques donne par en haut naissance à deux muscles distincts qui s'élèvent à droite et à gauche dans les deux tubercules avoisinant la cloison. Chaque tentacule reçoit ainsi deux muscles tentaculaires, venant des deux cloisons limitant la cavité périgastrique à laquelle correspond le tentacule. Ils montent l'un vers l'autre jusqu'au sommet de l'organe sous un angle très-aigu.

» 5° *Muscle intertentaculaire.* — Dans l'angle que forment deux tentacules voisins, on distingue nettement un faisceau musculaire qui contourne cet angle et monte de chaque côté sur les bords des deux tentacules, dans près de la moitié de leur longueur.

» Ces nombreux muscles s'insèrent partout sur la substance fondamentale de l'animal et, dans le plus grand nombre des cas, s'appliquent contre elle. Cette substance limite extérieurement le corps de chaque polype. Elle envoie de minces expansions qui servent en haut de charpente solide aux lames mésentéroïdes, limitent les cavités périgastriques et se rattachent en dedans à une autre lame aussi mince qu'elles, soutenant les parois de la cavité stomacale. Extérieurement cette substance, tant sur le corps des polypes qu'entre eux, n'est nulle part recouverte d'épithélium. Elle demeure donc en contact avec le milieu ambiant (comme le tissu osseux des plaques dermiques de certains poissons). Il en résulte que, du moins dans cet état de développement de l'Alcyonaire, la substance fondamentale ne répond point à la définition récemment donnée des tissus dits *conjonctifs* que l'on a dit être : « tout tissu, à l'exception de ce qui est nerfs ou muscles, se » trouvant entre la couche épithéliale externe et la couche épithéliale » interne ». Cette substance fondamentale, dans les parois du corps du polype aussi bien que dans la masse du cœnenchyme, est partout identique à elle-même. Elle est fibroïde par places, creusée de cavités de plusieurs ordres, et c'est toujours au milieu d'elle, dans des lieux où elle est parfaitement homogène, qu'apparaissent et se développent les spicules.

» Chaque polype est donc en relation intime de structure avec le cœnenchyme par ses tissus constituants. Mais l'identité ne s'arrête pas là, et on la retrouve jusque dans les tissus appartenant au groupe des produits.

» Dans toute leur longueur, les larges conduits sont tapissés du même

épithélium vibratile qui se prolonge jusque dans les cavités périgastriques, les tentacules et les pinules (*A. digitatum*). Il est formé de cellules de petites dimensions, sphériques ou un peu polyédriques. Les superficielles portent des cils vibratiles extrêmement déliés, paraissant rares sur chaque cellule, animés de mouvements mal rhythmés. Le corps des cellules paraît formé de granulations incluses dans une substance hyaline. On ne distingue pas de noyau.

» Au contraire, l'épithélium qui tapisse la face des tentacules tournée vers la bouche n'est pas vibratile. Il présente de place en place de petits organes saillants, longs de $0^{mm},025$ environ, aigus, légèrement recourbés et n'étant d'ailleurs doués d'aucun mouvement. De plus, cet épithélium contient des *nématocystes*, tandis qu'il n'en existe point dans l'épithélium des grands conduits. Mais, d'autre part, leur présence rapproche l'épithélium des tentacules du tissu qui emplit, au lieu de tapisser, comme on l'avait indiqué, les petits canaux nutritifs (*kleine Saft-Kanale* de Kœlliker). Ces canaux sont entièrement comblés par une substance granuleuse individualisée par places en cellules. Ces cellules sont irrégulières, polyédriques par pression réciproque, entassées dans les conduits. Elles sont plus finement granuleuses que celle de l'épithélium vibratile, plus transparentes avec un petit noyau de couleur rosée, à bords mal limités, néanmoins très-distincts. On trouve entre ces cellules (et par conséquent dans la profondeur du cœnenchyme) des nématocystes tout semblables à ceux de l'épithélium des tentacules.

» Cette particularité, jointe à l'extension de la substance fondamentale du cœnenchyme dans les polypes et à l'extension des muscles des polypes jusque dans la profondeur du cœnenchyme, établit entre ceux-là et celui-ci une telle analogie de structure, qu'il n'est pas possible, en anatomie générale, de les distinguer et de trouver entre ces parties d'autres différences que des différences morphologiques. »

M. Loir-Mongazon adresse une Note relative à deux arcs-en-ciel qu'il a pu apercevoir dans le brouillard, à 8 heures du matin. Cette Note contient également quelques détails sur l'apparition des feux *Saint-Elme*.

M. Planus adresse de Saint-Clément une Note ayant pour but d'établir que les vapeurs émises par la cuisson des végétaux peuvent fournir un moyen de combattre efficacement les maladies des vers à soie indigènes.

M. **Zaliwski-Mikorski** adresse une Note concernant la déviation des projectiles au voisinage du sol.

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 22 novembre 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

Des races humaines, ou Éléments d'ethnographie; par M. J.-J. D'OMALIUS D'HALLOY, 5e édition. Bruxelles et Paris, 1869; in-8°.

Lettre de M. G.-A. HIRN *à* M. SCHEURER-KESTNER, *à Thann, sur les méthodes propres à déterminer la quantité d'eau entraînée par la vapeur.* Mulhouse, 1869; br. in-8°. (Extrait des *Bulletins de la Société industrielle de Mulhouse.*) (Présenté par M. Combes.)

Traité de l'immobilisation directe des fragments osseux dans les fractures, par M. L.-J.-B. FÉRAUD. Paris, 1870; 1 vol. in-8°, avec figures. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Session de la Société géologique de France à Montpellier (octobre 1868). Compte rendu par M. P. DE ROUVILLE. Montpellier, 1869; 1 vol. in-8° avec planches.

Cryptogames vasculaires (Fougères, Lycopodiacées, Hydroptéridées, Équisétacées) du Brésil; par A.-L.-A. FÉE. *Matériaux pour une flore générale de ce pays.* Paris, 1869; in-4° avec planches.

Catalogue des travaux géologiques et minéralogiques publiés jusqu'en 1870; par M. A. LEYMERIE. Paris et Toulouse, 1869; br. in-8°.

Note sur les tremblements de terre en 1866 et 1867, avec suppléments pour les années antérieures de 1843 à 1865; par M. A. PERREY. Bruxelles, 1869; in-8°.

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 NOVEMBRE 1869.

PRÉSIDENCE DE M. CLAUDE BERNARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

OPTIQUE. — *Sur la construction du plan optique.* Note trouvée dans les papiers de **Léon Foucault**.

« Depuis longtemps, j'ai eu la pensée que la méthode des retouches locales, qui m'a servi à donner aux miroirs en verre la figure parabolique, conviendrait également pour acquérir ou perfectionner la surface d'un miroir rigoureusement plan. Ayant eu le loisir de faire l'expérience, j'ai obtenu une réussite qui me permet de présenter la méthode comme étant d'une application facile et assurée.

» Le miroir dont il s'agit a 35 centimètres de diamètre, et sous quelque incidence qu'il se présente aux rayons qui tombent à sa surface, le faisceau réfléchi observé dans les lunettes ne présente aucune différence avec le faisceau direct.

» Pour arriver à ce résultat, on ne s'est servi ni du sphéromètre, ni des bassins multiples, ordinairement employés pour engendrer la surface du plan.

» Le disque de verre, après avoir été fondu à Saint-Gobain et dégrossi dans les ateliers de M. Sautter, a été attaqué à la main au moyen d'un dis-

que plus petit, que l'on faisait mouvoir à sa surface, avec interposition d'émeris de plus en plus fins détrempés dans l'eau.

» On a ainsi engendré une surface doucie qui, sous une incidence oblique, réfléchissait spéculairement la lumière émanée d'un point de mire placé à la distance de 3 ou 4 mètres.

» Le faisceau réfléchi et observé dans une petite lunette donnait au foyer une image qui, par sa déformation, indiquait l'état de la surface, et, suivant que cette surface était reconnue convexe ou concave, on insistait, en la travaillant, au centre ou sur les bords.

» Quand l'image réfléchie s'est montrée aussi nette que l'image directe, on s'est occupé de donner le poli à cette surface doucie.

» Pour cela on a préparé un polissoir en verre, de 12 ou 15 centimètres de diamètre, et légèrement convexe. On l'a recouvert d'un papier collé à l'empois, et après l'avoir enduit d'oxyde de fer, on s'en est servi pour exercer sur la surface à polir un frottement également et méthodiquement distribué sur toute son étendue. Ce travail a duré trois jours, et au bout de ce temps le miroir s'est trouvé poli sans que la rectitude du plan ait été altérée. On avait pour garantie l'observation de la mire réfléchie sous l'incidence rasante, et l'on dirigeait le travail de manière à combattre la moindre tendance à la déformation dans un sens ou dans l'autre.

» Il est donc établi que l'on peut construire le plan optique par simple retouche, et sans recourir à l'ancienne et laborieuse méthode qui consistait à réunir deux à deux une série impaire de bassins jusqu'à superposition exacte de l'un quelconque avec tous les autres.

» Il n'est pas nécessaire d'insister sur l'importance d'un pareil résultat. Le miroir plan, c'est pour l'optique expérimentale un ciel artificiel, sur lequel on peut éprouver les grands instruments astronomiques, lunettes ou télescopes, en les amenant à se collimer par eux-mêmes. »

Observations sur la Note précédente ; par **M. Ad. Martin.**

« En rédigeant la Note qui précède, L. Foucault ne voulait que s'assurer la priorité de la méthode qu'il employait, dans le cas où un travail analogue serait venu à se produire. Aussi n'a-t-il donné qu'un résumé très-succinct de cette méthode sans s'occuper en aucune manière de l'interprétation des apparences que présente l'image de la source lumineuse observée par réflexion oblique à l'aide de la lunette lorsque la surface (qui est de révolution par la manière même dont elle est engendrée) est convexe ou concave, au lieu d'être plane.

» C'est par cette étude que nous commencerons, avant de donner les quelques perfectionnements qui ont été apportés à la méthode ci-dessus décrite; mais nous rappellerons d'abord en quelques mots les données qui ont permis à Foucault de résoudre le problème.

» Lorsqu'on veut étudier la formation des images par réflexion ou par réfraction, on est amené, pour simplifier le problème, à ne considérer que le cas où des rayons émanant d'un point rencontrent les surfaces réfléchissantes ou réfringentes suivant une direction presque normale, c'est-à-dire sous un angle d'incidence tel, que le cube de son sinus puisse être négligé par rapport aux autres quantités qui entrent dans le calcul. La théorie peut alors donner des résultats parfaitement nets et que vérifie l'expérience.

» Mais, quand la condition précédente n'est pas remplie, les rayons ne convergent pas tous vers un même foyer, ils se coupent en des points successifs, dont le lieu, connu sous le nom de *surfaces caustiques*, a fourni aux mathématiciens le sujet de travaux nombreux et généralement remarquables par leur élégance, mais qui étaient restés à peu près sans autre application que de montrer la valeur des observations dues à l'emploi de surfaces trop étendues pour la production d'images nettes.

» Entre les mains de L. Foucault la question s'est complétement modifiée. Il a compris qu'il fallait d'abord se rendre compte expérimentalement de la nature de la caustique engendrée par l'action des surfaces qui ont mission de produire les images et modifier ensuite ces surfaces de manière à réduire ces caustiques à un point unique, autant que cela est possible.

» Il substituait à la combinaison des surfaces idéales, que doit admettre le calcul et qui ne sont jamais réalisées, celle des surfaces réelles qu'a pu donner le travail de l'artiste, et il a ouvert ainsi une voie toute nouvelle à la construction d'instruments d'optique parfaits.

» Dans son Mémoire sur la construction des télescopes en verre argenté, il a indiqué comment, après avoir réalisé une petite source lumineuse d'une étendue comparable à un point, il a pu, à l'aide du microscope, analyser les diverses sections des caustiques produites par la réflexion sur une surface donnée; puis, par un second procédé, comparer les images d'un même objet formées par les diverses parties de la surface réfléchissante; et enfin, comment, par l'interposition du bord d'un écran devant une partie du faisceau, il retrouvait, dans l'apparence qu'il a nommée *solide différentiel*, les points de la surface auxquels appartenaient les points masqués de la caustique.

» Dans son Mémoire, L. Foucault traitait d'une question spéciale, et il ne s'est pas appesanti sur l'extension que l'on peut donner à ses méthodes; et même, dans les applications qu'il en a pu faire ultérieurement à l'étude de l'homogénéité des milieux, aux objectifs de lunettes et au miroir plan, il ne se servait de la connaissance du solide différentiel que pour le guider dans la correction à faire subir aux surfaces optiques, laissant ainsi de côté ce qui, dans la question, se présentait avec un caractère plus particulièrement mathématique. Il est nécessaire, en faisant connaître la Note laissée par lui sur la construction du miroir plan, et pour rendre sa publication profitable à la science, de procéder d'une manière analogue à celle qui lui a permis d'établir le principe même de ses méthodes.

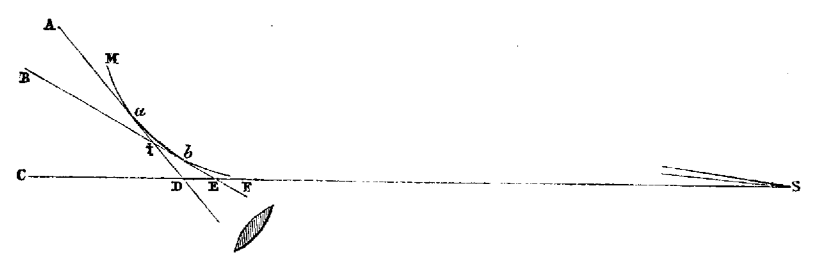
» Nous allons chercher quelles sont les caustiques que forment les rayons émanant d'un point S lorsqu'ils se réfléchissent obliquement sur une portion limitée de sphère AB, et nous étudierons les apparences optiques que présente leur observation.

» Pour cela, nous partagerons ces rayons en deux groupes :

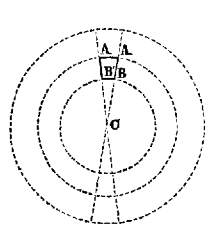
» 1° Ceux qui appartiennent à un même plan méridien, tel que celui de la figure, sont réfléchis dans ce même plan et forment la caustique MF;

» 2° Ceux qui subissent la réflexion sur un même parallèle, par exemple sur celui de AA′, dont A est la trace, se coupent tous en D; ceux qui la subissent en BB′ se coupent en E, et

ainsi de suite : la caustique des rayons réfléchis sur la série des parallèles se confond ainsi avec l'axe CF.



» Dès lors dans le plan de la figure, les portions de la caustique sont ab et DE, et les deux surfaces caustiques qui conviennent à la surface AB (que, pour plus de simplicité, nous supposerons limitée aux deux parallèles AA', BB', passant par A et B d'une part, et de l'autre à deux méridiens AB, A'B', peu inclinés sur celui de la figure) seront donc



d'abord la surface en forme de trapèze terminée, en a et b, aux petits cercles de la surface caustique passant par ces points, et, d'ailleurs, aux plans des méridiens qui limitent également la surface AB.

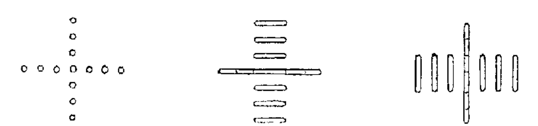
» La seconde surface caustique se confond avec la portion d'axe DE.

» Il résulte de ce qui précède, que si l'on fait mouvoir un microscope faible dans la direction du rayon central du faisceau, en avançant vers le miroir, on verra d'abord la ligne lumineuse DE, qui, appartenant à l'axe, est contenue dans le plan de réflexion, c'est-à-dire dans celui qui contient à la fois le point lumineux, le centre de la sphère et le milieu de la surface; puis, en se rapprochant du miroir, la surface de la caustique ab se projettera à peu près suivant un petit cercle perpendiculaire au plan de la réflexion, et la demi-netteté que présentera cette petite ligne lumineuse se conservera pendant que l'on fera subir au microscope un déplacement assez notable (égal à ab).

» Il est à remarquer que la première surface caustique se présentant en projection, et la seconde formant une ligne droite, ces apparences ne sont que peu dépendantes de la forme de la petite portion de surface réfléchissante et resteront sensiblement les mêmes si, au lieu de la limiter aux plans et parallèles que nous avons indiqués, on lui conserve le contour circulaire qu'on lui donne ordinairement.

» Les phénomènes que nous venons d'indiquer sont, en effet, ceux qui se présentent à l'observation, mais ils sont rendus encore plus sensibles si, au lieu d'un simple point lumineux, on place en S une série de petits points lumineux égaux, équidistants et disposés suivant deux lignes, l'une située dans le plan de la réflexion et l'autre dans une direction perpendiculaire.

» Le plan focal du miscroscope d'observation étant en DE, tous les points lumineux de la ligne située dans le plan de la réflexion donnent naissance à autant de petites lignes lumineuses situées dans le même plan, et qui, étant dans le prolongement l'une de l'autre, se rejoignent pour former une ligne lumineuse continue, tandis que les points de l'autre ligne



perpendiculaire donnent de petites lignes parallèles l'une à l'autre, qui, conservant la même distance que les points, restent ainsi séparées.

» Le foyer du microscope se portant de *a* en *b*, ce sont les points de la ligne perpendiculaire au plan de la réflexion qui donnent naissance à de petits traits lumineux qui se rejoignent, tandis que ceux de la ligne située dans le plan de la réflexion restent parallèles et séparés.

» On peut inversement employer des points noirs se détachant sur un fond blanc, et ce genre de test a déjà été employé pour constater des effets optiques qui tiennent aussi à l'obliquité des surfaces.

» Nous avons supposé que les caustiques étaient directement accessibles à l'aide du microscope, mais si le rayon de courbure de la surface était trop grand par rapport aux dimensions de celle-ci, on arriverait difficilement à réaliser l'expérience. On peut alors se servir d'une lunette munie d'un oculaire mobile à l'aide d'une crémaillère, et on visera la surface dans la direction du rayon réfléchi, et la lunette donnera successivement, pour des ajustements convenables, les images nettes des lignes caustiques à observer, bien qu'elles soient virtuelles dans le cas qui nous occupe.

» Si nous revenons à l'observation des caustiques d'un seul point lumineux à l'aide du microscope, nous remarquerons que les phénomènes gagneront en netteté, si nous réduisons les dimensions de la surface AB, en lui conservant le même bord A, par exemple. On arrive alors à avoir en *a* une petite ligne suffisamment nette, et dont la mise au foyer ne présente pas la même indécision que lorsque l'étendue de AB est plus grande, et DE est plus net également.

» Ces deux circonstances permettent de mesurer assez facilement la distance *a*D de ces sortes de foyers, dans le plan de la réflexion et dans le plan qui lui est perpendiculaire; cela est utile dans la pratique.

» On trouve alors par expérience, ce qui se voit d'ailleurs facilement sur la figure, que, pour une même position du point S, la distance *a*D augmente en même temps que l'inclinaison de SA sur l'axe, et ceci permettra de reconnaître, par une obliquité suffisante, si la surface sur laquelle a eu lieu la réflexion présente une trace de courbure.

» On voit enfin que, la position du point S changeant, la caustique change de forme, et que, pour une même inclinaison, la distance *a*D prendra des valeurs différentes.

» Les phénomènes produits par la réflexion oblique sur une surface sphérique étant ainsi connus d'une manière générale, si on veut les rendre susceptibles de mesure, il suffit de rappeler les propriétés sur lesquelles est basée la construction des caustiques par points. Elles montrent qu'indépendamment du changement de direction des rayons qui la subissent,

la réflexion oblique a pour effet de réduire dans le plan méridien le rayon de courbure dans le rapport de 1 au cosinus de l'angle i d'inclinaison des rayons sur la normale, et de l'accroître dans le rapport de $\cos i$ à 1 dans le plan perpendiculaire.

» Le miroir plan de 35 centimètres, dont la construction est décrite par L. Foucault, était destiné, ainsi qu'il le dit, à la collimation des objectifs par eux-mêmes. Il se réservait de reprendre la question lorsqu'il devrait construire un autre miroir destiné au *sidérostat*, dont l'emploi exige que les images soient parfaites avec des grossissements quelquefois considérables et sous des incidences souvent très-obliques.

» Le miroir du sidérostat qui sera bientôt présenté à l'Académie a 30 centimètres de diamètre, et, sous quelque incidence qu'il réfléchisse les rayons venant d'une étoile, l'image observée à l'aide d'une lunette de 16 centimètres de diamètre, grossissant environ 300 fois, et sous une incidence d'à peu près 50 degrés avec la normale, est aussi parfaite que celle que donne l'observation directe avec la même lunette.

» La marche que j'ai suivie pour arriver à ce résultat est identique à celle qui est indiquée dans la Note de L. Foucault, et il n'y a de différence que dans les procédés d'examen, qui sont semblables à ceux décrits dans le Mémoire sur la construction des télescopes.

» Un point lumineux formé par une petite ouverture circulaire percée dans une plaque fixée devant la flamme d'une lampe, ou devant son image obtenue à l'aide d'une forte lentille, est installé à 18 mètres environ d'une lunette dont l'objectif a été tout d'abord reconnu bien aplanétique et achromatique pour cette distance.

» Le miroir supporté verticalement est placé sur le trajet des rayons lumineux, sous un angle tel, que le cône des rayons réfléchis couvre entièrement la surface de l'objectif de la lunette (ce qu'on reconnaît en s'assurant, à l'aide d'une loupe, que l'anneau oculaire ou cercle de Ramsden est complet). Faisant alors mouvoir l'oculaire, on examine si l'image du point lumineux est nette et bien circulaire, et si en deçà et au delà du foyer elle ne se transforme pas en ellipse. Cette condition étant remplie, la surface est plane. Si elle était convexe ou concave, les phénomènes étudiés plus haut se manifesteraient, et on dirigerait le travail de correction en conséquence.

» Un second test était employé concurremment avec le premier. C'était un quadrillé tracé sur verre argenté, et dont les traits, placés les uns dans le plan de la réflexion, les autres dans le plan perpendiculaire, étaient distants de 1 millimètre.

» Si la surface réfléchissante était bien plane, les traits croisés apparaissaient en même temps avec une grande netteté au foyer de la lunette. Dans le cas contraire, la mise au point était différente pour les traits croisés. Le jeu de l'oculaire en deçà et au delà du foyer donne une grande sensibilité à ce mode d'examen.

» La lunette employée dans ces expériences donnait un grossissement de 120 fois environ et recevait le faisceau sous un angle d'à peu près 12 degrés avec la surface.

» Ce premier procédé renseigne bien sur la qualité de l'image que donnera la réflexion sur le plan, mais il ne montre pas les portions du miroir dont l'action est en désaccord avec le reste de la surface. Il faut, pour les connaître, recourir au troisième procédé décrit dans le Mémoire sur les télescopes.

» Après avoir étudié le *solide différentiel* que donne l'objectif de la lunette lorsqu'on vise directement sur le point lumineux à cette même distance de 18 mètres, on cherche si ce

solide n'est pas modifié par la réflexion sur le miroir, et, si la lunette est bien aplanétique, ce solide est à peu près annulé dans les deux cas. Quoi qu'il en soit, la forme qu'il représente renseigne l'opérateur sur les points de la surface qui doivent subir l'action des retouches locales.

» La nullité du solide différentiel n'indique pas autre chose que la concordance des actions des diverses parties de la surface : elle n'implique en aucune façon sa planité, mais celle-ci est assurée par l'examen à l'aide du premier procédé. »

ANALYSE ET PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur un potentiel de deuxième espèce, qui résout l'équation aux différences partielles du quatrième ordre exprimant l'équilibre intérieur des solides élastiques amorphes non isotropes; par* **M. de Saint-Venant.**

« Par analogie avec le potentiel très-étudié et très-connu

$$(1)\qquad \theta = \iiint \frac{f(\alpha, \beta, \gamma)\, d\alpha\, d\beta\, d\gamma}{\sqrt{(x-\alpha)^2 + (y-\beta)^2 + (z-\gamma)^2}}$$

dans l'expression duquel l'intégrale s'étend à tous les éléments $d\alpha d\beta d\gamma$ d'un espace fini, f étant une fonction arbitraire des coordonnées α, β, γ de ses points, et x, y, z représentant celles d'un point extérieur, on sait que M. Lamé a appelé également *potentiel*, en la qualifiant *de deuxième espèce*, une autre intégrale

$$(2)\qquad u = \iiint f(\alpha, \beta, \gamma)\, d\alpha\, d\beta\, d\gamma \sqrt{(x-\alpha)^2 + (y-\beta)^2 + (z-\gamma)^2},$$

et a montré qu'au lieu de satisfaire, comme le potentiel (1) *de première espèce*, à l'équation aux différences partielles du second ordre

$$(3)\qquad \frac{d^2\theta}{dx^2} + \frac{d^2\theta}{dy^2} + \frac{d^2\theta}{dz^2} = 0,$$

qui s'offre dans diverses questions, et où, entre autres, θ peut représenter la petite dilatation de volume subie au point (x, y, z) par un solide élastique isotrope, ce deuxième potentiel (2) satisfait à l'équation du quatrième ordre

$$(4)\qquad \frac{d^2}{dx^2}\left(\frac{d^2u}{dx^2} + \frac{d^2u}{dy^2} + \frac{d^2u}{dz^2}\right) + \frac{d^2}{dy^2}\left(\frac{d^2u}{dx^2} + \frac{d^2u}{dy^2} + \frac{d^2u}{dz^2}\right) + \frac{d^2}{dz^2}\left(\frac{d^2u}{dx^2} + \frac{d^2u}{dy^2} + \frac{d^2u}{dz^2}\right) = 0,$$

l'une de celles qui expriment l'équilibre intérieur de ce même solide si u est l'une des trois projections, sur les axes coordonnés, du déplacement supposé très-petit éprouvé par le même point quelconque de sa masse (*).

(*) *Leçon sur la Théorie de l'Élasticité*, § 27.

» En adoptant ces dénominations de M. Lamé, M. Émile Mathieu vient de montrer dans un Mémoire qui paraît important, et dont un extrait a paru au *Compte rendu* du 15 novembre 1869 (t. LXIX, p. 1019), que le *second potentiel* (2) avait des propriétés non moins nombreuses et remarquables que le premier (1), et pouvait servir à intégrer l'équation (4) de l'équilibre des corps isotropes pour diverses conditions à remplir à leurs surfaces-limites.

» Mais l'isotropie est une qualité excessivement rare dans les solides même *amorphes* ou à cristallisation confuse, tels que le verre, les pierres, etc., ou tels que les métaux non-seulement forgés ou laminés, mais même fondus. Cela a été montré par de nombreuses expériences de Savart, de M. Regnault, etc., auxquelles on peut ajouter à peu près toutes celles de feu Wertheim; car M. Cornu a très-bien fait voir que si les résultats obtenus par ce physicien ne peuvent pas être représentés par les formules des solides isotropes *à un seul coefficient*, dues à Navier, cela tient surtout à ce que les corps sur lesquels Wertheim a opéré avaient des élasticités inégales en divers sens, et non pas à ce qu'il faille, dans les formules d'isotropie, mettre *deux coefficients inégaux* (λ et μ de M. Lamé) dont le rapport mutuel varie d'une matière à l'autre, ainsi que l'opinion s'en est formée sans motifs et contrairement aux plus claires conséquences de la grande loi si bien avérée des actions moléculaires à distance, qui régit tous les phénomènes, et que de toute manière on invoque au moins tacitement et insciemment quand on veut établir des formules quelconques d'équilibre élastique (*).

» Il y a donc nécessité, dans les calculs de déformation ou de résistance des solides, de leur supposer toujours un certain degré d'hétérotropie; et j'ai, pour cela, donné en 1863 des formules nouvelles et simples, dites de *distribution ellipsoïdale* des élasticités, à trois coefficients, applicables aux corps amorphes, les seuls pour lesquels on ait à faire de pareils calculs, et qui peuvent être tous envisagés comme des corps primitivement isotropes

---

(*) *Méthode optique pour l'étude de la déformation de la surface extérieure des solides élastiques* (*Compte rendu* du 2 août 1869, t. LXIX, p. 333). Je remercie M. Cornu d'avoir cité le premier, en les appuyant d'expériences précises, les démonstrations que j'ai données (principalement dans la longue polémique de l'Appendice V de mes Notes sur Navier, 1864) de la réduction nécessaire des coefficients à un seul pour le cas de l'isotropie; d'où, par les mêmes raisons, leur réduction à quinze (et non à vingt et un) pour la contexture la plus générale. Espérons que ses délicates recherches, que sans doute il continuera, feront cesser tout à fait la confusion qui s'est opérée sur ce point essentiel de la théorie de l'élasticité.

ayant éprouvé des compressions ou dilatations permanentes, inégales en trois sens.

» Or les équations qui en résultent sont résolubles par des potentiels comme (1) et (2).

» En effet elles donnent, a, b, c étant trois constantes dépendant des degrés de rapprochement permanent des molécules en divers sens, et θ représentant la somme des trois dilatations élastiques linéaires suivant x, y, z, multipliées respectivement par a, b, c (*) :

» 1° Au lieu de (3), l'équation aussi simple

$$(5) \qquad a\frac{d^2\theta}{dx^2}+b\frac{d^2\theta}{dy^2}+c\frac{d^2\theta}{dz^2}=0,$$

qui est satisfaite par le potentiel modifié suivant, de première espèce :

$$(6) \qquad \theta=\int\int\int\frac{f(\alpha,6,\gamma)\,d\alpha\,d6\,d\gamma}{\sqrt{\frac{(x-\alpha)^2}{a}+\frac{(y-6)^2}{b}+\frac{(z-\gamma)^2}{c}}};$$

(*) Ces formules de distribution ellipsoïdale, données à l'article 14 du *Mémoire sur la distribution des élasticités autour de chaque point d'un solide ou d'un milieu* (*Journal* de M. Liouville, août et septembre 1863, formules 65), sont p_{xx}, p_{yy}, p_{zz} et p_{yz}, p_{zx}, p_{xy} désignant les trois composantes normales et les trois composantes tangentielles (les N_1, N_2, N_3 et T_1, T_2, T_3 de M. Lamé) des pressions sur trois faces perpendiculaires aux x, y, z; u, v, w étant les déplacements suivant ces coordonnées; enfin i étant un nombre qui, dans ma ferme conviction, doit toujours être fait $=1$, mais que je laissais indéterminé pour montrer que mes résultats généraux subsistaient dans le système de ceux qui ont une opinion différente de la mienne :

$$p_{xx}=a\left[(2+i)a\frac{du}{dx}+ib\frac{dv}{dy}+ic\frac{dw}{dz}\right],\quad p_{yz}=bc\left(\frac{dv}{dx}+\frac{dw}{dy}\right),$$
$$p_{yy}=b\left[ia\frac{du}{dx}+(2+i)b\frac{dv}{dy}+ic\frac{dw}{dz}\right],\quad p_{zx}=ca\left(\frac{dw}{dx}+\frac{du}{dz}\right),$$
$$p_{zz}=c\left[ia\frac{du}{dx}+ib\frac{dv}{dy}+(2+i)c\frac{dw}{dz}\right],\quad p_{xy}=ab\left(\frac{du}{dy}+\frac{dv}{dx}\right),$$

On leur donne une forme plus commode pour d'autres calculs en se servant de trois autres constantes d, e, f, *coefficients d'élasticité de glissement*, ayant avec a, b, c, les relations $bc=$ d, $ca=$ e, $ab=$ f. *Voyez*, même journal (juillet 1868, p. 242), une Note où je donne, des nouvelles formules, après M. Boussinesq, une autre démonstration plus susceptible que celle de 1863 d'être admise par ceux qui persistent à repousser l'emploi et les conséquences de la loi des actions fonctions des distances moléculaires.

» 2° Au lieu de (4), l'équation

$$(7)\quad \left\{ \begin{aligned} & a\frac{d^2}{dx^2}\left(a\frac{d^2u}{dx^2}+b\frac{d^2u}{dy^2}+c\frac{d^2u}{dz^2}\right)+b\frac{d^2}{dy^2}\left(a\frac{d^2u}{dx^2}+b\frac{d^2u}{dy^2}+c\frac{d^2u}{dz^2}\right) \\ & \qquad\qquad +c\frac{d^2}{dz^2}\left(a\frac{d^2u}{dx^2}+b\frac{d^2u}{dy^2}+c\frac{d^2u}{dz^2}\right)=0, \end{aligned} \right.$$

qui est satisfaite par le potentiel modifié, de deuxième espèce :

$$(8)\qquad u=\iiint f(\alpha,\beta,\gamma)\,d\alpha\,d\beta\,d\gamma\sqrt{\frac{(x-\alpha)^2}{a}+\frac{(y-\beta)^2}{b}+\frac{(z-\gamma)^2}{c}}.$$

» Ces deux potentiels modifiés (6), (8), seront, je le pense, fort utiles à considérer.

» Or ils reviennent aux potentiels non modifiés (1), (2) en changeant simplement les coordonnées

$$x, y, z \quad \text{en} \quad \frac{x}{\sqrt{a}},\ \frac{y}{\sqrt{b}},\ \frac{z}{\sqrt{c}}.$$

Il paraît donc clair que toutes les propriétés des deux potentiels primitifs, et les théorèmes divers dont ils sont le sujet, conviendront, avec de très-légers changements, aux potentiels modifiés (6) et (8); ainsi qu'on le verra encore mieux, sans doute, lorsque le Mémoire de M. Émile Mathieu sera connu *in extenso*.

» Les méthodes de solution que ce Savant dit pouvoir tirer des théorèmes en question, pour les problèmes relatifs aux corps isotropes comme il n'en existe pour ainsi dire aucun, seront donc applicables aux corps hétérotropes amorphes qui se présentent dans la nature, c'est-à-dire à tous les matériaux qui entrent dans les bâtiments et les machines, et, aussi, aux milieux tels que l'éther dans l'état où il se trouve, d'après la plupart des physiciens, à l'intérieur de tous les cristaux biréfringents. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Note accompagnant la présentation de préparations relatives au* Fourmilier Tamanoir; *par* **M. P. Gervais.**

« Les Fourmiliers amenés vivants en Europe dans ces dernières années ont déjà donné lieu à plusieurs publications, parmi lesquelles je citerai celles de MM. Owen (1) et G. Pouchet (2).

(1) *On the Anatomy of the great Anteater* (*Trans. zool. soc. London*, t. IV, p. 117, Pl. 37 à 40; 1854).

(2) *Mémoires sur le grand Fourmilier* (livraisons 1 et 2; 1867).

» Deux Fourmiliers de l'espèce appelée *Tamanoir*, que M. Buschenthal a généreusement offerts à la Ménagerie du Muséum, m'ont fourni l'occasion de faire exécuter, dans mon laboratoire, diverses préparations destinées aux galeries d'Anatomie comparée. Deux de ces préparations ont été moulées en plâtre et peintes avec soin : j'ai l'honneur de les mettre sous les yeux de l'Académie.

» Les glandes sous-maxillaires, si singulièrement développées dans les Fourmiliers, y sont reproduites dans leurs principales particularités, et celles du plus gros des deux sujets étudiés ont été disséquées de manière à montrer les trois paires de glandes secondaires qui constituent chacune d'elles, ainsi que les trois paires de canaux qui en partent et les ampoules placées à peu de distance de l'origine de chacun de ces canaux. Ces détails sont conformes à la description donnée par M. Owen. Deux paires des canaux dont il s'agit viennent aboutir séparément dans la bouche en se rendant à deux poches situées auprès de la symphyse mentonnière; la troisième paire verse un peu en arrière, également dans une petite dilatation terminale.

» La même préparation montre les muscles de la région hyoïdienne; la poche pharyngienne accessoire, dans laquelle se rétracte la base de la langue, si longue chez ces animaux; le muscle constricteur des ampoules; la poche sus-hyoïdienne et une autre poche de moindre dimension située entre les cartilages cricoïde et thyroïde. L'œsophage a été insufflé, et les glandes muqueuses de la région pharyngienne, ainsi que les sublinguales, sont très-apparentes. Quant aux sous-maxillaires, elles ont été rejetées sur les côtés pour montrer la région hyoïdienne et la trachée.

» Dans l'autre préparation, faite sur un sujet de moindre taille, la dissection est moins avancée, parce qu'on n'a voulu montrer que le plan superficiel, et les parties ont conservé leur position naturelle. On ne voit de chaque côté que deux des canaux propres aux glandes sous-maxillaires et deux des ampoules : ce sont les plus superficiels. Les glandes sublinguales sont plus apparentes, et les sous-maxillaires droite et gauche ont conservé leurs véritables rapports.

» Ces préparations et celles que nous avons réunies, depuis quelque temps déjà, au moyen des deux Fourmiliers signalés dans cette Note, ont été en partie exécutées par M. le D[r] Bastien avec le concours de MM. Jullien et H. Gervais. Il en sera donné ultérieurement des descriptions plus complètes. »

« M. P. **Gervais** présente à l'Académie les douzième et treizième livraisons de l'ouvrage qu'il a entrepris sous le titre de *Zoologie et Paléontologie générales*. Ces deux livraisons complètent la première série de cette publication. »

M. **Delaunay** présente à l'Académie la septième édition de son « Cours élémentaire de Mécanique théorique et appliquée », et la cinquième édition de son « Cours élémentaire d'Astronomie. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de proposer une question pour le grand prix de Mathématiques à décerner en 1872.

MM. Liouville, Delaunay, Chasles, Serret, Fizeau réunissent la majorité des suffrages.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de proposer une question pour le prix Bordin (Sciences mathématiques) à décerner en 1872.

MM. Delaunay, Serret, Liouville, Becquerel, Combes réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES LUS.

CHIRURGIE. — *Nouveau moyen de diagnostic et d'extraction des projectiles en fonte et en plomb à noyaux de fer; par* M. B. **Milliot**.

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

« L'extraction des corps étrangers des plaies d'armes à feu est une des plus urgentes indications de la chirurgie d'armée, et pas un chirurgien n'ignore combien il est difficile, dans certains cas, de rechercher et d'extraire les projectiles portés par une arme à feu dans le corps humain.

» Jusqu'ici, pour reconnaître les projectiles, on a employé l'examen : 1° par la vue du corps mis à nu dans le but de découvrir une saillie anormale quelconque, trahissant l'existence d'un corps étranger à sa surface; 2° la palpation; 3° le sondage au moyen du doigt, ou bien, lorsque le trajet de la plaie est étroit, au moyen de pinces, de sondes, de stylets métalliques

ordinaires ou terminés par une petite olive en porcelaine non émaillée (stylet de M. Nélaton); 4° au moyen d'aiguilles à acupuncture; et enfin 5° par l'électricité, sur laquelle je n'insisterai pas, puisque M. Becquerel présente aujourd'hui même à l'Académie l'appareil de M. Trouvé. Pour extraire les projectiles, on a employé différentes pinces, pincettes, tire-balles, tire-fonds, etc., dont la description se trouve dans les traités de chirurgie d'armée.

» Tout en reconnaissant l'excellence de tous ces moyens d'investigation et d'extraction et la nécessité de recourir à eux tous dans certains cas difficiles, je me permets d'exposer à l'Académie un moyen de plus, à savoir : l'exploration et l'extraction des projectiles en fonte et en plomb à noyaux de fer, avec les électro-aimants. Pour reconnaître et extraire les éclats d'obus et de bombes et les biscaïens, tous, comme on sait, de fonte de fer, je me suis servi de petits électro-aimants portatifs de M. Ruhmkorff. Ils ont été engaînés par un habile mécanicien, M. Roger, dans un étui de bois et arrangés de manière qu'on puisse à volonté fermer ou interrompre le courant dans leurs fils conducteurs. Lorsqu'on presse sur le bouton d'un petit ressort de l'étui, le courant traverse l'électro-aimant, qui attire les projectiles aussi longtemps que dure le passage de l'électricité. Avec un électro-aimant recourbé en fer à cheval, et dont le fil conducteur a 109 mètres de long sur $1\frac{1}{2}$ millimètre de diamètre, j'attire différents éclats d'obus et les balles à mitraille, à la distance de 15 millimètres; avec un autre électro-aimant droit, et dont le fil a 70 mètres de long sur $2\frac{1}{2}$ millimètres de diamètre, j'attire ces mêmes projectiles à la distance de 40 millimètres. Afin de pouvoir atteindre ces mêmes projectiles dans la profondeur des plaies, j'ai muni les électro-aimants de tiges en fer de différentes longueurs, telles que, par exemple, 5, 10, 15 et 20 centimètres, sur 10 à 14 millimètres de diamètre, et, malgré ces longueurs, j'ai pu encore, avec plus ou moins de force, extraire les projectiles sur le cadavre. Point n'est besoin d'ajouter que les électro-aimants peuvent être aussi employés d'une manière générale pour l'extraction des corps en fer ou en acier : par exemple, des bouts de baïonnettes, de sabres, etc.

» J'ai tenté aussi d'appliquer le nouveau moyen d'extraction aux balles de plomb rondes, cylindro-ogivales et cylindro-coniques, et j'ai eu le bonheur de réussir dans mes tentatives. A cette fin, j'ai pris la précaution d'introduire, dans les moules des balles de plomb, des balles rondes en fer, pleines ou creuses, de dimensions moindres que les moules, de sorte qu'en coulant les balles, le plomb vient former une enveloppe d'une certaine épaisseur autour des balles en fer qui restent à fleur. Tout en pouvant

s'étendre sous l'action des gaz de la poudre et s'imprimer dans les rayures du canon, soit de la carabine Minié, soit du fusil Chassepot, ces nouvelles balles sont attirées par les électro-aimants aussi bien que les projectiles en fonte. Ainsi l'électro-aimant recourbé en fer à cheval attire : des balles rondes en fonte de 11 grammes, entourées d'une enveloppe de plomb de 1 millimètre d'épaisseur, le tout pesant 22 grammes, à la distance de 20 millimètres; des balles cylindro-coniques pesant 28 grammes avec un noyau de fer de 11 grammes, à la distance de 15 millimètres; des balles Chassepot, pesant 24 grammes et ayant un noyau de fer de 3 grammes, à la distance de 10 millimètres; des petites balles coniques de pistolet de l'artillerie montée de la Garde, pesant 13 grammes, avec noyau de 3 grammes, à la distance de 12 millimètres; enfin des mitrailleuses américaines, pesant 217 grammes, avec un noyau de 11 grammes, à la distance de 5 millimètres. L'électro-aimant droit, à fil de 70 mètres de long sur 2 $\frac{1}{2}$ millimètres de diamètre, attire ces mêmes balles : les balles rondes, à la distance de 50 millimètres; les balles cylindro-coniques, à 30 millimètres; les balles Chassepot, à 20 millimètres; les balles de pistolet, à 35 millimètres, et les balles mitrailleuses américaines à 15 millimètres. Quant aux tiges que j'adapte aux électro-aimants, elles répondent parfaitement à leur but et attirent les projectiles mentionnés à une profondeur plus ou moins grande.

» D'après ce que je viens d'exposer, il est facile de concevoir que les électro-aimants peuvent être employés avec avantage dans le but de diagnostic des projectiles et des corps en fonte logés dans l'organisme humain. Il suffit, pour cela, de les rapprocher de l'endroit où se trouvent ces corps : ainsi, par exemple, lorsqu'on approche les électro-aimants de la peau sous laquelle, à la distance de leur action, se trouve le corps en fer, ce dernier tend à être attiré et produit une saillie plus ou moins manifeste des téguments. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

BALISTIQUE. — *Sur le passage des projectiles à travers les milieux résistants; par* **M. Melsens** (1).

(Cette Note est renvoyée, comme les précédentes, à la Section de Mécanique.)

« **1.** Dans une Note publiée dans le *Compte rendu* de la séance du 30 septembre 1867, j'ai appelé l'attention sur quelques faits nouveaux concer-

(1) L'Académie a décidé que cette Communication (qui avait été déposée sur le bureau dans la séance du lundi 15 novembre), bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait reproduite en entier au *Compte rendu*.

nant le passage des projectiles à travers les milieux résistants et sur le rôle que l'air entraîné peut jouer dans les phénomènes produits.

» Je signale dans un nouveau Mémoire étendu, tous les travaux des savants qui se sont occupés de cette question et des questions secondaires qui s'y rattachent; entre autres expériences, je cite celles de M. Magnus et de M. La Roque. Je ne connaissais pas le Mémoire que M. La Roque cite dans une Note insérée dans le *Compte rendu* de la séance du 11 novembre 1867; l'expérience qui s'y trouve décrite me paraît prouver, sans réplique, qu'une partie de l'air qui pénètre dans l'eau avec un corps solide qui y tombe est *poussé* par ce corps et le précède.

» M. La Roque a eu l'obligeance de me faire parvenir, depuis, la copie de son Mémoire, que j'avais vainement cherché dans les librairies. J'ai répété son expérience sous plusieurs formes; en voici une : j'ai fait tomber dans l'eau, d'une hauteur variant de 1 à 8 mètres, un grand cône de laiton, de $0^{m},85$ de haut, ayant $0^{m},120$ de diamètre à sa base. On pouvait enlever à volonté une partie du sommet de ce cône et le transformer en un cône tronqué, terminé par un plan ou par une calotte sphérique de $0^{m},017$ de diamètre; on pouvait aussi, à volonté, imprimer un mouvement de rotation autour de l'axe du cône pendant la chute dans un grand vase en verre de 1 mètre de haut sur $0^{m},19$ de diamètre. Plusieurs observateurs se plaçaient autour du vase. Avec le cône complet, jamais je n'ai pu constater qu'il y eût de l'air entraîné; avec le cône tronqué, au contraire, de grosses bulles remontaient du fond du vase vers la surface, le long des parois.

» 2. Pour bien me rendre compte de la présence de l'air entraîné par les projectiles lancés par les bouches à feu, j'ai modifié l'appareil décrit dans ma Note de 1867; voici celui que j'emploie. Une grande caisse rectangulaire en zinc, et fortement consolidée, de plus de 2 mètres de long sur $0^{m},4$ de haut et $0^{m},3$ de large, contient un toit mobile dont le faîte est garni de huit tubes de verre, terminés par des robinets; ce toit, divisé en huit compartiments perpendiculaires à son axe et correspondants aux huit tubes, peut se placer de façon à être incliné du côté opposé au tir. La paroi antérieure porte une fenêtre que l'on ferme hermétiquement par une lame obturatrice variable. Souvent j'emploie une lame de laiton soudée sur le zinc. Malgré la position inclinée du toit, on trouve de l'air dans tous les tubes, mais il n'est pas uniformément réparti. Quand on tire de loin, on constate par l'analyse que le gaz recueilli possède sensiblement la composition de l'air atmosphérique. Quand la bouche à feu est à 20 ou 30 centimètres de la paroi frappée, on retrouve la fumée de la poudre jusqu'au sixième tube, et le gaz recueilli n'a plus la composition de l'air normal. Si l'on

mesure dans ce cas la totalité de l'air qui pénètre, son volume se trouve supérieur à celui qu'aurait un cylindre d'un diamètre égal à celui du canon, et d'une longueur égale à la distance de la balle au fond de l'âme jusqu'à la paroi frappée. Les quantités d'air, leur distribution dans les tubes, etc., dépendent d'ailleurs des conditions du tir, savoir : vitesse, distance, épaisseur ou résistance de la paroi traversée, etc.

» Indépendamment d'une expérience décisive que je décris succinctement plus loin (3), j'ai vérifié les faits contenus dans ma première Note, dont les résultats avaient été obtenus avec d'autres appareils.

» Je dois ajouter que l'expérience d'après laquelle on est obligé d'admettre que l'air qui accompagne un projectile passe dans l'eau avec celui-ci, même à travers les obstacles solides, appartiendrait *pour la priorité* à la *Commission des principes du Tir*, si cette Commission avait fait connaître ses expériences par la voie de la publicité.

» Je dois à l'obligeance de M. le Président du Comité de l'Artillerie d'avoir pu, lors de ma présence à Paris, consulter les procès-verbaux officiels.

» Je donne dans mon Mémoire une analyse complète de la question; mais je fais remarquer dès à présent que, dans sa Note en réponse à la mienne, M. le général Morin (*Comptes rendus*, t. LXV, p. 568), après quelques considérations sur le courant d'air qui suit un projectile ou un corps quelconque en mouvement dans un milieu fluide, etc., énonce : qu'*il ne s'ensuit pas que lorsqu'un projectile pénètre, par un trou qu'il a pratiqué, dans un vase ou dans un réservoir rempli d'eau, il y entraîne avec lui un volume d'air considérable*. M. le général Morin ajoute, à l'appui de sa manière d'interpréter les phénomènes, les lignes suivantes, tendant à infirmer les données de ma Note par des résultats d'expériences contradictoires aux miennes :

« Dans ce tir (celui des expériences de Metz), où l'on a employé des » projectiles pleins ou creux, animés de vitesses qui se sont élevées jusqu'à » 500 mètres et plus en une seconde, on n'a jamais observé que l'introduction du projectile déterminât celle d'un volume d'air notable dont » la sortie se serait évidemment manifestée par un bouillonnement très- » sensible à la surface, qui n'a jamais été perceptible, même pour un ex- » périmentateur placé près de cette surface et à très-petite distance de la » trajectoire du projectile. »

» L'éminent Académicien avait sans doute oublié, après un laps de temps aussi considérable, que le Rapport officiel constate trente et un bouillonnements, qui se sont montrés de 3 à 10 mètres au delà du bar-

rage. Ces bouillonnements ont été observés : trente, lorsque les vitesses des projectiles étaient inférieures à 200 mètres par seconde; un seul, à la vitesse de 245 mètres par seconde.

» Il en résulte clairement que les observations de la Commission confirment mes expériences.

» 3. Une expérience comportant des détails qui ne peuvent pas prendre place ici, me semble trancher la question d'une manière décisive; elle prouve, en effet, la présence d'une quantité notable d'air en avant d'un projectile animé d'une grande vitesse.

» Voici en quelques mots la description de l'un des appareils qui m'ont servi à cette démonstration. Une caisse très-forte est munie, à l'intérieur, d'organes propres à recueillir les gaz que l'on y ferait pénétrer par le bas dans l'une de ses parois verticales; elle est munie d'une fenêtre, dans laquelle on établit un obstacle que le projectile frappera sans pénétrer dans la caisse, par exemple un gros bloc de fonte percé, au centre, par un canal conique; la caisse étant remplie d'eau, on ferme le canal par une lame de laiton emboutie sur le projectile, une calotte sphérique, par conséquent, du diamètre de la balle et présentant sa concavité du côté du tireur; on peut le fermer aussi par un peu de cire, de l'argile, etc.

» La balle et l'air qui la précède percent l'obstacle qui empêchait l'écoulement de l'eau; mais l'air continue sa marche à travers l'eau qu'il refoule, la balle s'engage dans la partie rétrécie du cylindre et ferme souvent complétement l'appareil; parfois cependant elle est rejetée avec violence du côté du tireur; dans un cas comme dans l'autre, on recueille de l'air dans une cloche, qui doit avoir des parois très-résistantes et être fixée de manière à n'être pas jetée hors de l'appareil. Je prouve que cet air n'est pas accidentel. On peut même pour cette expérience se servir de gros blocs de bois pleins, sans canal, et recueillir de l'air lorsque la balle reste encore engagée dans le bois, l'air passant par les fentes qui se trouvent au delà du logement de la balle.

» 4. Après avoir prouvé qu'un projectile marchant à grande vitesse est *précédé* d'une quantité notable d'air condensé ou comprimé, j'ai cherché à me rendre compte du rôle que cet air peut jouer dans les expériences de balistique ou dans le tir pratique, en un mot lorsqu'un projectile traverse, pénètre ou choque les solides les plus différents par leurs propriétés physiques.

» Il suffit d'avoir été témoin de quelques explosions de corps qui se

transforment complétement en gaz pour admettre que ceux-ci produisent des effets mécaniques considérables.

» En balistique, et particulièrement en balistique pratique, le phénomène qui préoccupe surtout l'artilleur est celui du choc des deux solides, ou, dans le cas de la pénétration dans l'eau, le choc du solide contre le liquide. En général, l'artilleur ne tient pas compte de l'air au moment même du choc, il ne s'en préoccupe que sous le rapport de la résistance qu'il oppose à la marche du premier, modifiant ainsi la forme de sa trajectoire, sa vitesse, sa force vive.

» J'ajoute qu'il me semble que l'on ne s'est pas assez préoccupé d'analyser d'une façon complète les phénomènes physiques du tir d'un projectile qui marche dans l'air; aussi les artilleurs ne sont-ils pas d'accord sur la valeur réelle de cette résistance dans des cas déterminés. Si l'on tient compte des faits décrits dans ma Note de 1867 et des faits nouveaux que celle-ci renferme, on peut mieux analyser comment les choses se passent depuis l'inflammation de la poudre qui met le projectile en mouvement jusqu'au moment où celui-ci frappe un solide, après avoir, avec une vitesse initiale donnée, parcouru un espace donné dans l'air, qui, à mon sens, intervient de plusieurs façons.

» Je suis heureux de pouvoir dire que je me rencontre sur quelques points de cette question difficile avec un physicien illustre dont l'autorité, quand il s'agit d'analyser les phénomènes les plus compliqués, ne sera mise en doute par personne.

» Voici, en effet, ce qui se trouve dans le Mémoire de M. V. Regnault, *Sur la vitesse de propagation des ondes sonores dans les milieux gazeux* (*Mémoires de l'Institut*, t. XXXVII, p. 44) :

« ..... L'air n'est pas un élastique parfait; il ne transmet pas instantanément, et dans toutes les directions, la pression qu'il reçoit subitement » suivant une direction unique. Une colonne d'air fortement comprimée » peut, lorsqu'elle est animée d'un mouvement rapide de translation, » traverser une couche d'une atmosphère plus dilatée, sans perdre sensiblement de sa pression; elle se meut comme un projectile solide. Si l'on » fait détoner un petit amas de fulminate de mercure sur une planche de » sapin, la planche est percée comme elle le serait par une balle en métal. » Le gaz qui s'est formé instantanément par l'explosion n'a pas eu le » temps de réagir simplement par son élasticité, et, par le fait de son » inertie moléculaire; il perce la planche comme le ferait un corps solide » animé d'une très-grande vitesse, etc. »

» Je serais forcé de dépasser de beaucoup les limites d'un simple extrait de mon travail, si j'appelais l'attention sur les observations présentées par M. V. Regnault dans le *Compte rendu* de la séance du 11 octobre 1869. Il me paraît cependant résulter de l'ensemble des considérations émises aux pages 793 à 795, qu'il est facile de comprendre la condensation inévitable d'air à la partie antérieure d'un projectile qui marche avec grande vitesse; la compression qu'il exerce sur l'air, l'annulation des effets de l'élasticité de cet air en rendent compte d'après M. V. Regnault. En admettant avec lui que *l'air se trouve comprimé en avant du projectile, comme il le serait dans le briquet à air*, il doit s'y accumuler en quantités plus ou moins considérables, et il doit y avoir, par ce fait même, des phénomènes produits par cet air au moment où il frappera un obstacle.

» En effet, par sa vitesse, qui est celle du projectile, il agira à la façon des matières explosibles : il brisera ou entamera le solide qu'il rencontrera, et son accumulation, plus ou moins considérable d'après sa vitesse, constituera, dans le prolongement de la trajectoire autour de laquelle il doit être symétriquement distribué, une couche capable, dans le cas de grandes vitesses, de s'opposer en tout ou en partie au contact *immédiat*, *absolu* entre les deux solides, et particulièrement au point où la trajectoire rencontre le solide frappé, c'est-à-dire au point d'*impact*, l'incidence étant normale.

» Quoi qu'il en soit, j'arrive, par mes nouvelles expériences, qui ont été très-nombreuses depuis deux ans, à cette conséquence : qu'*une balle sphérique, animée d'une vitesse égale ou supérieure à la vitesse maximum de chute dans l'air, qui est de 62 mètres par seconde pour la balle de plomb dont je fais ordinairement usage, ne touche jamais immédiatement l'obstacle par le point mathématique de l'impact, soit qu'elle traverse des milieux, soit qu'elle s'y enfonce seulement, soit qu'elle se brise par le choc*. Ce n'est là, du reste, qu'une variante de ce que je disais dans ma Note de 1867. Les tirs qui m'amènent à poser ce principe ont été exécutés avec des balles d'une quinzaine de métaux ou alliages différents et des obstacles de toute nature.

» Je cite quelques faits pour me faire comprendre. Une balle de bronze ou de cuivre rouge, animée d'une vitesse de 400 mètres, frappe une plaque de fer : l'empreinte, dans le fer, est cuivrée ou bronzée, excepté au centre; la balle, déformée fortement, porte au centre de la partie déformée une petite zone sphérique qui tranche sur le reste, et il ne paraît pas y avoir eu contact entre le fer et le bronze.

» Une balle de fonte frappe une grosse brique réfractaire fortement chargée de craie : la balle a 400 mètres de vitesse; la brique est pulvé-

risée; la balle est métallique au centre et noire; autour de ce centre elle est blanchie par la craie.

» Une balle de cuivre rouge, bien métallique, bien décapée, frappe une masse de plomb bien métallique à la vitesse de 400 mètres, pénètre, se déforme, se soude au plomb; en la dégageant avec prudence, on observe la soudure ou l'adhérence parfaite au plomb, mais un petit cercle vers le centre est parfaitement libre.

» Une balle de plomb, de cuivre rouge, etc., frappe, et à faible vitesse, un obstacle dur; les balles sont déformées et présentent un plan parfait à leur surface de contact avec l'obstacle frappé; la vitesse est-elle grande et l'obstacle convenablement choisi, la surface choquée de la balle reste plus ou moins sphérique.

» Les balles de plomb frappant du plomb ne se soudent jamais au point d'*impact* ou dans une zone plus ou moins considérable concentrique à ce point; la vitesse est-elle faible, la balle tombe au pied du bloc de plomb ou rejaillit, s'y fixe parfois légèrement. La vitesse atteint-elle 250 mètres environ, la balle se soude, plomb sur plomb, sur tout son pourtour, mais reste libre au centre; la vitesse atteint-elle 380 à 400 mètres, elle n'adhère plus ni au centre ni vers les bords, et se détache complétement du bloc de plomb frappé. Parfois il y a un peu d'adhérence au bord.

» Tous ces faits ne s'expliquent qu'en admettant qu'une certaine quantité d'air plus ou moins comprimé se trouve en avant du projectile.

» On pourrait même, comme je le montre dans mon Mémoire, être porté à penser que les avantages du tir oblique sur le tir direct, constatés dans les expériences de Bapeaume, sont dus au rôle de l'air dans le tir en brèche.

» 5. La question du choc entre solides et solides ou solides et solides séparés par un gaz comprimé en amène nécessairement une autre.

» Je la résume. Un projectile brisé par un obstacle qu'il frappe devra offrir quelques particularités à son point d'*impact* ou dans la zone qui l'entoure, puisque c'est là que l'air est le plus comprimé, et la déformation ou la détérioration qui résulterait du choc des solides ne se fera réellement que sur un anneau se rapprochant des bords. C'est en effet ce que la Commission des principes du tir a vérifié; mais je suis loin d'admettre sa manière d'observer et d'interpréter les phénomènes. J'ai répété des centaines de fois les expériences avec des balles de fusil en métaux plus ou moins cassants (acier, fontes de fer, alliages divers, etc., antimoine, bismuth, etc.), et je possède des balles dont je pourrais représenter les ruptures par des dessins copiés

exactement ou imités de ceux qui se trouvent dans le premier et deuxième Rapport de la Commission des principes du tir.

» J'analyse tous ces faits dans mon Mémoire et j'arrive, en les analysant d'après mes opinions, à poser et à résoudre le problème suivant :

« Briser par le choc un projectile sphérique de fonte ou d'un métal cas-
» sant, comme il se brise par le tir, et le déformer d'une façon analogue. »

» Voici les divers résultats que l'on peut observer :

» 1° Diminution du diamètre polaire (diamètre pris sur le prolongement de la trajectoire parallèle à celle-ci);

» 2° Augmentation du diamètre équatorial (diamètre perpendiculaire au premier);

» 3° Fentes en secteurs sphériques, ou (4°);

» 4° Fragments séparés par des plans méridiens ;

» 5° Surfaces de rupture présentant un aspect différent : celles qui sont dirigées suivant des plans diamétraux sont et resteront grenues : les faces du cône ou du noyau de rupture présenteront un aspect fibreux;

» 6° Réserver le centre qui correspond à l'*impact* dans le tir, de façon à ce qu'il constitue la base du noyau ou d'une espèce de cône ou pyramide dont le sommet, plus ou moins tronqué, se trouve vers le centre de la sphère.

» Or ce problème, qui paraît, au premier abord, si compliqué, est d'une solution très-simple, puisqu'il suffit de « Frapper au moyen d'un marteau annulaire. »

» J'ai employé divers procédés pour produire ces effets, mais une description m'entraînerait trop loin. »

CHIMIE AGRICOLE. — *De la conservation et de l'amélioration des vins par l'électricité.* Note de **M. Scoutetten** (Extrait.)

« Un propriétaire de vignes à Digne eut sa maison frappée par la foudre; le fluide électrique pénétra jusqu'à la cave et y brisa plusieurs tonneaux; le vin se rendit dans une petite fosse creusée exprès dans le sol pour recueillir le liquide répandu par suite d'accidents. Le propriétaire, croyant son vin détérioré, ne le vendit d'abord que 10 centimes le litre; mais, trois mois plus tard, il le trouva excellent et le vendit 60 centimes le litre.

» Cet événement avait fortement étonné le propriétaire, il en parla au général Marey-Monge, qui me demanda si je pouvais expliquer ce phénomène. Je lui répondis que je présumais qu'on devait l'attribuer à une action électrique, et qu'on pouvait s'en assurer en faisant des expériences directes.

Les expériences furent commencées : les résultats furent satisfaisants; mais, voulant éviter les doutes et la critique, je priai le général de m'adjoindre M. Bouchotte, ainsi que M. Vignotti. Les vins durs et presque imbuvables furent transformés en vins moelleux et très-agréables; tous furent sensiblement améliorés.

» Le hasard donna à M. Bouchotte un résultat curieux : il avait dans sa cave un tonneau de vin rouge de Moselle, de médiocre qualité, il l'électrisa pendant un mois, puis l'oublia; un jour, il dit à son tonnelier de mettre ce vin en bouteilles, l'avertissant que c'était un vin de qualité inférieure; le tonnelier trouva le vin excellent; croyant à une erreur du propriétaire, il l'avertit que le tonneau ne contenait pas un vin médiocre, mais bien un *excellent rancio;* M. Bouchotte trouva en effet que le vin électrisé avait été transformé et amélioré.

» .... Le procédé opératoire est fort simple, une pile fournit le courant électrique.

» .... Les fils conducteurs peuvent être en laiton, mais ils doivent toujours être terminés par un fil de platine, auquel est suspendu un électrode de même métal. Ces deux électrodes vont plonger dans le même vase contenant le vin; le circuit est constamment en activité. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Travaux d'assainissement des rivières; par* **M. A. Gerardin.**

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

« J'ai été chargé de rechercher les causes de l'insalubrité des rivières de l'arrondissement de Saint-Denis, et d'indiquer les moyens que je croirais les plus efficaces pour remédier à cette insalubrité. Il résulte des recherches que j'ai faites à ce sujet que les eaux des féculeries sont une des causes les plus actives de l'infection des rivières.

» Les pommes de terre dont on extrait la fécule renferment, d'après les expériences de M. Payen, confirmées par l'expérience journalière des féculiers :

Fécule et pulpe	25
Jus ou eau végétale	75

» Les parties solides sont recueillies avec soin dans des bassins de dépôt. Dans les féculeries bien tenues, la quantité qui s'en perd est insignifiante.

» L'eau végétale ou jus renferme 7 pour 100 de son poids d'albumine et autres matières azotées analogues (Payen et Cahours). A la sortie de l'usine, les eaux sont rousses, limpides, inodores, et elles forment par

l'agitation des mousses blanches, persistantes, d'albumine coagulée. C'est dans cet état que ces eaux sont envoyées à la rivière.

» En aval des féculeries, j'ai constaté que toutes les herbes aquatiques disparaissent, tous les mollusques périssent. Les eaux déposent partout, sur leur passage, des masses blanchâtres, poisseuses et sans consistance; des grumeaux gluants flottent dans le courant; la surface se couvre d'écumes; l'eau exhale une forte odeur d'hydrogène sulfuré.

» L'examen microscopique m'a montré que ces masses blanchâtres et gluantes ne sont autre chose que les conferves observées dans les eaux minérales par Fantoni, Borden, Lemonier, Bayen et Buc'hos au XVIII[e] siècle, étudiées par Vauquelin (1800) et Chaptal (1807), et qui ont été appelées *glairines* par Anglada, *barégines* par Lonchamp, *sulfuraires* par Fontan, *sulfuroses* et *sulfurines* par Lambron.

» Quand les travaux de féculerie ont cessé, ces conferves périssent, se putréfient et remontent à la surface de la rivière; leur décomposition favorise singulièrement le développement des infusoires, comme l'a observé, en 1815, Gimbernat, qui avait donné à ces conferves le nom de *zoogènes*.

» L'albumine des eaux de féculerie est donc ainsi une cause permanente de l'infection des rivières.

» Il m'a semblé que le meilleur moyen de remédier à ces inconvénients consistait à faire agir simultanément sur l'albumine l'air, l'argile et les matières organiques en décomposition dans le sol, c'est-à-dire à répandre les eaux de féculerie sur un sol bien drainé.

» J'en ai tenté l'expérience à la féculerie de Gonesse (Seine-et-Oise). Cette féculerie appartient à M. Boisseau, qui y exploite par jour 400 hectolitres de pommes de terre, pesant 28 000 kilogrammes, et renfermant par conséquent 21 000 kilogrammes de jus entraîné par 130 000 litres d'eau.

» Ces 130 000 litres d'eau chargée de jus sont dirigés sur un terrain de 5000 mètres de surface, situé sur la rive droite de la rivière du Croult. Ce terrain a été drainé. Les drains sont à 50 centimètres de profondeur et à 2 mètres de distance les uns des autres.

» L'expérience a très-bien réussi. Les herbes aquatiques vivent maintenant dans la rivière du Croult. Ces herbes sont couvertes de mollusques. Les barégines, les glairines et les écumes n'existent plus; les émanations d'hydrogène sulfuré ont cessé. L'assainissement de la rivière du Croult est certainement engagé dans une bonne voie. On peut se rendre compte de cette amélioration en comparant le Croult au Rouillon et à la Mollette, qui reçoivent les eaux des féculeries de Stains et du Bourget. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un explorateur électrique*. Note de **M. Trouvé**, présentée par M. Edm. Becquerel.

(Commissaires : MM. Edm. Becquerel, Nélaton, Larrey.)

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un appareil destiné à la recherche des corps étrangers qui se trouvent dans les tissus du corps humain. Il se compose essentiellement d'une sonde exploratrice au milieu de laquelle peut pénétrer un appareil électro-magnétique révélateur, ou une tarière. L'appareil électro-magnétique révélateur contient, dans son intérieur, un petit électro-trembleur mis en jeu au moyen d'un élément de pile à sulfate de mercure, mais seulement quand les extrémités de deux petits stylets qu'il porte touchent, à l'extrémité de la sonde, un corps bon conducteur de l'électricité, comme un métal. Quand la matière ne conduit pas l'électricité, le jeu de la tarière ramène des parcelles dont l'analyse révèle la nature.

» Cet appareil est d'un très-petit volume, d'un usage facile et toujours prêt à être mis en action ; aussi je crois qu'il pourrait être appelé à rendre des services à la chirurgie en indiquant la présence, dans les tissus, d'un corps métallique ou non. »

M. Boussinesq adresse une rédaction modifiée de son Mémoire sur la théorie des ondes liquides périodiques, qui avait été présenté à l'Académie le 19 avril dernier.

(Commissaires nommés : MM. Delaunay, O. Bonnet, Jamin, de Saint-Venant.)

M. Portail soumet au jugement de l'Académie un système d'outillage et d'échafaudage, destiné à éviter les accidents qui surviennent dans le forage des puits.

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

M. A. Vaillant adresse une Note sur un système de navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. Delagrée adresse une Note contenant : 1° la description d'expériences cliniques sur les effets thérapeutiques du bromure de morphine et d'atropine, et du bromure de digitaline; 2° l'indication d'une méthode pour

guérir les piqûres par cautérisation. La méthode consiste dans l'emploi de quelques gouttes d'acide phénique, mélangé d'acide sulfurique : les expériences de l'auteur ont porté sur vingt à vingt-cinq cas de piqûres remontant à quelques heures.

(Renvoi à la future Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance : 1° un ouvrage écrit en anglais de *M. W. Marcet,* et ayant pour titre « Notes cliniques sur les maladies du larynx reconnues et traitées à l'aide du laryngoscope ».

2° Un ouvrage de *M. L. Figuier*, portant pour titre « L'homme primitif ».

M. Sérullas écrit à l'Académie pour lui annoncer la publication des œuvres de Sérullas, l'un de ses anciens Membres, et solliciter son concours pour cette publication.

(Renvoi à la Commission administrative.)

CALCUL INTÉGRAL. — *Note sur une certaine classe d'équations différentielles du second ordre; par* **M. Laguerre.**

« La Note que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie a pour but de développer quelques points particuliers de la méthode que j'ai exposée sommairement dans une Communication insérée dans le numéro du 7 décembre 1868 des *Comptes rendus*. Je renverrai à cette Communication pour les notations et les dénominations dont je ferai usage.

» La proposition fondamentale sur laquelle je m'appuierai est la suivante :

« Étant donnés deux polynômes du second degré en x et y définis de » la façon suivante :

$$f(x,y) = ax^2 + bxy + cy^2 + dx + ey + h$$

» et

$$\varphi(x,y) = ax^2 + bxy + cy^2 + \delta x + \epsilon y + \eta;$$

» ces deux polynômes ne différant, on le voit, que par les termes du pre-

» mier degré et par la valeur de la constante, si l'on connaît une intégrale
» particulière quelconque de l'équation différentielle

$$(1) \qquad \frac{d^2\eta}{d\xi^2} = \frac{F\left(\frac{d\eta}{d\xi}\right)}{\sqrt{\varphi(\xi, \eta)}},$$

» on pourra en déduire une intégrale du premier ordre avec une constante
» arbitraire de l'équation

$$(2) \qquad \frac{d^2y}{dx^2} = \frac{F\left(\frac{dy}{dx}\right)}{\sqrt{f(x, y)}},$$

» la caractéristique F désignant une fonction quelconque de $\frac{dy}{dx}$. »

» En effet, considérons une quelconque des surfaces du second degré comprises dans l'équation

$$(3) \quad ax^2 + bxy + cy^2 + z(dx + ey + h) + (1 - z)(\delta x + \varepsilon y + \eta) + \lambda z(1 - z) = 0,$$

et une ligne quelconque tracée sur cette surface.

» Imaginons la surface développable ayant cette courbe pour arête de rebroussement; soient $x, y, 1$ les coordonnées du point de rencontre d'une quelconque des tangentes à cette courbe avec le plan $z = 1$, et $\xi, \eta, 0$ les coordonnées du point de rencontre de cette tangente avec le plan $z = 0$, d'après ce que j'ai démontré dans la Note citée ci-dessus, on aura le système d'équations

$$(4) \qquad \frac{dx}{d\xi} = \frac{dy}{d\eta} = \frac{\sqrt{f(x, y)}}{\sqrt{\varphi(\xi, \eta)}}.$$

Supposons maintenant connue une intégrale particulière de l'équation (1), intégrale d'ailleurs quelconque pourvu qu'elle ne soit pas de la forme $\eta = m\xi + n$, ou, en d'autres termes, qu'elle ne se réduise pas à une droite. Cette intégrale représente dans le plan $z = 0$ une certaine courbe C; si l'on assujettit une surface développable à contenir cette courbe C et à avoir son arête de rebroussement sur une quelconque des surfaces (3), la courbe d'intersection avec le plan $z = 1$ satisfera à une équation différentielle du second ordre, qu'il est facile de former en éliminant ξ et η des équations (4). A cet effet, soit $\eta = \theta(\xi)$ l'équation de la courbe C; on en déduit $\frac{d\eta}{d\xi} = \theta'(\xi)$, et en vertu des équations (4), $\frac{dy}{dx} = \theta'(\xi)$; d'où

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \theta''(\xi)\frac{d\xi}{dx} = \frac{\theta''(\xi)\sqrt{\varphi(\xi, \eta)}}{\sqrt{f(x, y)}}.$$

» Comme $\eta = \theta(\xi)$ est une solution particulière de l'équation, on a

$$\theta''(\xi)\sqrt{\varphi(\xi, \eta)} = F\left(\frac{d\eta}{d\xi}\right) = F\left(\frac{dy}{dx}\right);$$

le résultat de l'élimination est l'équation (2)

$$(2) \qquad \frac{d^2y}{dx^2} = \frac{F\left(\frac{dy}{dx}\right)}{\sqrt{f(x, y)}}.$$

» Toutes les solutions de cette équation s'obtiendront donc en imaginant toutes les surfaces développables ayant leur arête de rebroussement sur l'une quelconque des surfaces (3) et s'appuyant sur la courbe $\eta = \theta(\xi)$. La recherche de ces surfaces conduit à une équation différentielle du premier ordre contenant une constante arbitraire λ; c'est donc une intégrale première de l'équation.

» Les deux équations (1) et (2) sont liées, comme on le voit, de telle façon que la connaissance de toute intégrale particulière de l'une conduit à une intégrale première de la seconde, contenant une constante arbitraire.

» La relation qui existe entre les solutions de ces deux équations peut être énoncée sous la forme suivante :

» Si l'on construit dans le plan $z = 0$ une courbe représentant une solution quelconque de l'équation (1), et dans le plan $z = 1$ une courbe représentant une solution quelconque de l'équation (2), la développable circonscrite à ces deux courbes a son arête de rebroussement située sur une surface du second ordre.

» On voit, par ce qui précède, que la solution de l'équation (2) peut se ramener à celle de l'équation (1), et réciproquement.

» Supposons, en particulier, $\delta = \varepsilon = \eta = 0$; l'équation (1) deviendra alors

$$(5) \qquad \frac{d^2\eta}{d\xi^2} = \frac{F\left(\frac{d\eta}{d\xi}\right)}{\sqrt{a\xi^2 + b\xi\eta + c\eta^2}};$$

cette équation étant homogène par rapport à $x, y, dx, dy, d^2y, \ldots$, on sait, par un changement de variables, ramener son intégration à celle d'une autre équation du premier ordre; si donc on sait résoudre cette équation, ou même si l'on peut en trouver une intégrale particulière, ce qui fournira une intégrale de l'équation (5) avec une constante arbitraire, on pourra intégrer complétement l'équation (2).

» On peut supposer, dans tout ce qui précède, les polynômes $f(x, y)$ et $\varphi(x, y)$ identiques; d'où cette proposition :

« Si l'on connaît une solution particulière de l'équation

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{F\left(\frac{dy}{dx}\right)}{\sqrt{f(x, y)}},$$

» et qui ne soit pas de la forme $y = ax + b$, on peut toujours, de cette » solution particulière, déduire une intégrale première du premier ordre » renfermant une constante arbitraire. »

» Il existe une infinité de cas où l'on peut achever complétement l'intégration; j'en ai donné un exemple dans la Note que j'ai mentionnée ci-dessus. Depuis, dans différentes Communications que j'ai faites à la Société Philomathique, j'ai appliqué les mêmes principes à l'intégration de certaines équations du premier et du second ordre qui peuvent s'intégrer algébriquement. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un système très-simple de vanne à débit constant sous pression variable.* Note de **M. Maurice Levy**, présentée par M. Combes.

« Une vanne à débit constant sous pression variable est un appareil des plus utiles dans un grand nombre de questions de distribution d'eau, et notamment dans les irrigations. Il n'en existe aucun qui satisfasse à toutes les conditions désirables pour un emploi usuel. Ces conditions me paraissent être celles-ci :

» 1° Facilité et économie dans l'installation et l'entretien de l'appareil, possibilité de le faire établir ou réparer par les ouvriers de la campagne ;

» 2° Possibilité de le rectifier sur place, c'est-à-dire d'en corriger expérimentalement le débit théorique, si, par suite de l'imperfection des formules hydrauliques ou de circonstances que le calcul n'a pu prévoir, ce débit n'est pas rigoureusement constant ;

» 3° Possibilité de modifier, en cas de besoin, le débit de la vanne.

» Le module italien employé dans les irrigations de la vallée du Pô ne donne pas un débit invariable et est dispendieux comme premier établissement. La vanne roulant sur des appuis courbes inaugurée, il y a quelques années, en France, par M. Chaubrart, est extrêmement ingénieuse, mais elle est d'une installation délicate; elle ne peut pas se corriger sur place, et encore moins peut-on en modifier le débit à un moment donné.

» J'ai cherché à résoudre le problème au moyen d'une vanne ordinaire, se mouvant simplement autour de deux tourillons placés à son extrémité supérieure. Concevons qu'on établisse une semblable vanne en tête de la dérivation dans laquelle on se propose d'introduire un volume d'eau constant Q. Lorsque le niveau d'amont occupera sa position la plus basse N″, la vanne suspendue à son axe de rotation se tiendra dans une position sensiblement verticale, et on lui donnera une longueur telle, qu'elle laisse entre son arête inférieure et le plafond du canal une ouverture capable de fournir le débit Q. Mais cette disposition n'aurait pas pour effet de maintenir ce débit constant lorsque la pression sur la vanne augmenterait; car, à mesure que le niveau N″ s'élèverait, la vanne tournant autour de son arête supérieure, l'orifice d'écoulement compris entre son arête inférieure et le plafond du canal augmenterait en même temps que la pression de l'eau, et, par cette double raison, le débit croîtrait rapidement. Mais si, dans l'étendue correspondant au secteur que décrit la vanne lorsque le niveau d'amont oscille entre ses positions extrêmes, on relève artificiellement le plafond du canal suivant un profil courbe, on conçoit qu'on puisse régler ce profil de façon à rétrécir l'orifice d'écoulement à mesure que la vanne s'inclinera, c'est-à-dire à mesure que la charge de l'eau augmentera, et par suite s'arranger pour que le débit de la vanne reste constant malgré l'accroissement de la charge.

» Pour réaliser cette idée, on construira, en travers du canal dans lequel on voudra verser le volume d'eau Q, un petit déversoir en maçonnerie, terminé à l'aval par un parement BE (*) vertical ou incliné, peu importe, à l'amont par le profil courbe AA′A″ à déterminer, et ayant sa crête BA placée de manière à débiter le volume Q lorsque l'eau d'amont sera parvenue à son niveau minimum N″. La hauteur η entre la crête BA et le niveau N″ sera déterminée par la formule connue

$$\frac{Q}{L} = 0,35\eta\sqrt{2g\eta}, \tag{1}$$

L étant la longueur du déversoir.

» La lame d'eau sur le déversoir sera

$$\varepsilon = \frac{2}{3}\eta. \tag{2}$$

» Ceci étant, soit O l'axe de rotation de la vanne placé au niveau le plus

(*) Le lecteur est prié de faire la figure.

élevé N que puissent prendre les eaux d'amont ou un peu au-dessus de ce niveau; soient $h+\varepsilon$ la distance de la crête BA du déversoir à une horizontale Ox passant par le point O, et z la distance à cette même horizontale du niveau N′ de l'eau d'amont dans une quelconque de ses positions; le niveau d'aval (*) sera constant, puisque le débit sur le déversoir est constant.

» Sous l'influence de l'excès de pression qu'elle supporte de l'amont à l'aval, la vanne, primitivement dans une position verticale OC″, va s'incliner suivant une direction OC′ formant un certain angle α avec la verticale. On déterminera l'angle α en exprimant qu'il y a équilibre entre le poids de la vanne et les pressions qu'elle subit. On trouvera ainsi l'équation

$$(3) \qquad \frac{6Pb}{\Pi}\sin\alpha\cos^2\alpha - 3a^2(h-z)\cos^2\alpha + h^3 - z^3 = 0,$$

où a est la longueur de la vanne, P son poids, b la distance de son centre de gravité à l'axe de rotation O, et Π le poids du mètre cube d'eau.

» Du point C′, abaissons une normale $C'A' = S$ à la courbe inconnue AA′A″, S sera la hauteur de l'orifice d'écoulement lorsque la vanne occupera la position OC′; la charge sur cet orifice sera $h-z$; on aura donc, pour exprimer la constance du débit, l'équation

$$(4) \qquad mS\sqrt{2g(h-z)} = \frac{Q}{L}.$$

» Les équations (3) et (4) permettent de tracer graphiquement la courbe AA′A″ ou de la déterminer analytiquement. En effet, pour une valeur quelconque de α, ces équations fournissent les valeurs de z et de S. Si du point C′ comme centre avec S pour rayon, on décrit une circonférence, la courbe cherchée ne sera autre que l'enveloppe des circonférences C′. Et cette définition permettrait d'en trouver l'équation. Car les équations de deux cercles enveloppés infiniment voisins, sont

$$(5) \qquad \begin{cases} (x - a\sin\alpha)^2 + (y - a\cos\alpha)^2 = S^2, \\ -(x - a\sin\alpha)\cos\alpha + (y - a\cos\alpha)\sin\alpha = \dfrac{dS^2}{2a\,d\alpha}. \end{cases}$$

» Si on élimine z entre les équations (3) et (4), puis S^2, α et $\frac{dS^2}{d\alpha}$ entre l'équation résultante, sa dérivée par rapport à α et les équations (5), on

(*) J'appelle niveaux d'amont et d'aval les niveaux immédiatement à l'amont et à l'aval de la vanne, en sorte que le niveau d'aval est celui de l'eau passant sur la crête du déversoir.

aura l'équation demandée de la courbe A A'A'' : les calculs seraient longs, mais sans difficulté. Au point de vue pratique, ils sont du reste inutiles. Voici comment on procédera :

» Le point le plus élevé de la courbe, ou son extrémité aval, doit être à la distance $h + \varepsilon$ de la ligne Ox, le point le plus bas, c'est-à-dire son extrémité amont, doit être au niveau du fond naturel du canal, soit à une profondeur donnée H au-dessous de Ox. Soient S et S'' les valeurs fournies par l'équation (4) pour les positions extrêmes du niveau d'amont, on aura sensiblement

$$a + S'' = H,$$
$$(a + S)\cos\alpha_1 = h + \varepsilon,$$

α_1 étant l'inclinaison de la vanne dans la position OC qu'elle occupe lorsque la charge d'eau est maxima. Ces équations permettent de calculer les quantités α et α_1, puis l'équation (3) où l'on fera $\alpha = \alpha_1$, et où l'on mettra à la place de z la valeur correspondante au niveau maximum de l'eau, permettra de calculer Pb. Des points C'' et C, extrémités de la vanne quand elle est verticale ou inclinée sous l'angle α_1, comme centres, avec S'' et S pour rayons, on décrira deux circonférences, ce seront là deux circonférences enveloppées; on en déterminera une troisième pour une valeur de α intermédiaire entre o et α_1, et l'on tracera une courbe tangente à ces trois cercles.

» Le système de vanne qui vient d'être décrit sommairement remplit bien les conditions que nous nous sommes imposées :

» 1° Tout charron peut construire une vanne mobile autour de deux tourillons, de même que tout maçon peut construire un petit déversoir à profil courbe, si on lui donne ce profil : la partie courbe pourra d'ailleurs être formée par un enduit en ciment, ce qui en facilitera l'établissement, et en rendra la surface parfaitement lisse;

» 2° Avant de faire cet enduit en ciment, on le fera provisoirement en mortier de chaux ordinaire, et si l'on s'aperçoit que l'épaisseur de la lame d'eau sur le déversoir varie un peu, ce qui indiquera que le débit n'est pas absolument constant, on modifiera légèrement le profil courbe sur place, jusqu'à ce que, par tâtonnement, on soit arrivé à la constance rigoureuse *qu'il est toujours possible d'obtenir* : ce n'est qu'alors qu'on arrêtera définitivement le profil A A'A'' au ciment;

» 3° Si l'on veut changer le débit, il suffira de modifier ce profil et d'alourdir ou d'alléger la vanne, ce qui est toujours facile.

» On pourrait craindre que, si les eaux sont bourbeuses, il ne s'arrête des

vases à l'amont du déversoir : cela serait vrai s'il s'agissait d'un déversoir ordinaire, mais ici la vanne qui précède le déversoir produit des chasses continuelles, en sorte qu'aucun dépôt ne pourra se former. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Note sur un système particulier de ponts biais; par* **M. MAURICE LEVY.**

« Il existe un grand nombre de tracés de ponts biais; tous reposent sur ce principe, que, les surfaces de joints devant être normales à la fois à l'intrados et aux plans des têtes, les lignes que ces surfaces tracent sur l'intrados doivent être normales aux courbes des têtes et ne sauraient par suite coïncider sur toute leur longueur avec les génératrices du cylindre d'intrados. Dans le système que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, les traces des joints sur l'intrados sont au contraire les génératrices droites de celui-ci, et leurs traces sur les têtes sont également des droites normales aux courbes des têtes, de sorte qu'à n'en juger que par son aspect extérieur, le berceau biais semblerait appareillé exactement comme un berceau droit. Et pourtant, toutes les surfaces de joints y sont, comme le veulent les règles de l'art, normales à l'intrados et aux têtes.

» Un tel résultat pourrait sembler et a toujours paru aux constructeurs impossible à atteindre, et quand mon travail ne ferait qu'en montrer la possibilité, il offrirait déjà quelque intérêt; mais le nouvel appareil a aussi l'avantage d'être très-simple: tous les joints, au lieu d'être formés par des surfaces gauches, comme dans les appareils usités, le sont par des portions de surfaces planes ou coniques; de plus, les voussoires portant sur l'intrados par des lignes droites horizontales, tout en coupant les têtes à angle droit, les conditions de stabilité sont en quelque sorte les mêmes que dans les ponts droits; aucune *poussée au vide* ne saurait se produire (1).

» Voici en quoi consiste le nouvel appareil :

» Soit AA′ une génératrice de l'intrados; je me propose de déterminer une surface de joint passant par cette droite et coupant à angle droit l'intrados, ainsi que les plans des têtes. A cet effet, par la droite AA′ conduisons un plan N normal à l'intrados, et par les extrémités A et A′ de cette droite menons dans les plans de tête des normales AK et A′K′ aux courbes d'intersection de ces plans avec l'intrados.

» Nous prolongerons le plan N jusqu'à son intersection, suivant BB′, avec

(1) Avec tous les tracés usités, il y a plus ou moins de poussée au vide, sur les portions des têtes placées du côté des angles aigus des culées.

un plan horizontal H pris à une hauteur arbitraire au-dessus de la voûte; soient K et K' les traces des droites AK et A'K' sur ce même plan. Par les points K et K' et dans le plan H, faisons passer une courbe que l'on pourra choisir à volonté, pourvu qu'elle satisfasse aux conditions suivantes : 1° d'être normale aux plans des têtes en K et K'; 2° d'être tangente à la droite BB' en un point quelconque C de cette droite (1).

» Si l'on construit maintenant une surface conique, ayant pour sommet le point A et pour directrice la portion KC de la courbe dont nous venons de parler, et une autre portion de cône ayant pour sommet le point A' et pour directrice la portion K'C de la même courbe, il est clair que ces deux cônes couperont les deux têtes à angle droit, et suivant les droites AK et A'K'; ils pourront donc servir de surfaces de joint vers les têtes. D'un autre côté, ces cônes ont, pour plan tangent commun, le plan N normal à l'intrados; ce plan complétera donc le joint; il se raccordera avec les deux cônes suivant les droites AC, A'C', en sorte que le joint sera formé de la portion plane triangulaire AA'C normale à l'intrados tout le long de la génératrice AA', cette partie plane s'infléchissant à partir de la ligne AC suivant une surface conique normale à l'une des têtes, et à partir de la ligne A'C suivant une surface conique normale à la seconde tête. On voit combien il est simple. Les joints en travers de la voûte seront plans et dirigés suivant les sections droites du cylindre d'intrados, exactement comme dans les berceaux droits. Cet appareil est donc d'une exécution infiniment plus facile et plus économique que les appareils usités aujourd'hui; il paraît en outre très-avantageux au point de vue de la stabilité, comme nous l'avons fait remarquer plus haut, et pourra, par suite, permettre des biais considérables. A tous ces points de vue, nous pensons qu'il mérite de fixer l'attention des constructeurs. »

PHYSIQUE. — *Recherches sur le rayonnement solaire;*
par **MM. P. Desains** *et* **E. Branly**.

« Nous avons l'honneur de présenter à l'Académie le résumé d'expériences que nous avons faites cet été, pour commencer l'étude de quelques

(1) On pourra former la courbe KK' de deux arcs de cercles tangents l'un à l'autre; on mènera un premier arc de cercle passant par le point K, normal à la tête en ce point et tangent à la droite BB'; puis un second arc passant par le point K', normal à la tête en ce point et tangent au premier arc.

questions relatives au rayonnement solaire. Ces questions sont les suivantes :

» 1° Chercher l'influence de l'altitude sur l'intensité de l'action calorifique exercée par le Soleil en des points dont les projections sur le sol sont peu distantes entre elles ;

» 2° Chercher l'influence de l'altitude d'un point sur la composition des rayons solaires qui le frappent ;

» 3° Chercher comment varie, avec la hauteur du Soleil au-dessus de l'horizon, la composition de la chaleur qu'il envoie en un même point, lorsque la quantité de vapeur contenue dans l'air reste constante pendant les expériences.

» Les appareils qui nous ont servi avaient été antérieurement construits sur les indications de l'un de nous, M. Desains, par M. Duboscq et par M. Ruhmkorff. Nous allons en donner une description rapide.

» Le premier est une machine parallactique consistant en un héliostat de Silbermann, dont l'horloge fait mouvoir, non plus, comme à l'ordinaire, un miroir, mais un tube dont l'axe suit le Soleil pendant sa révolution diurne.

» Ce tube est à double enveloppe, et sa chambre intérieure renferme une pile thermo-électrique dont l'une des faces reçoit les rayons solaires directs dès que l'on soulève un opercule destiné à fermer l'extrémité correspondante de l'étui qui la protége. Enfin, entre l'orifice d'admission et la pile, on peut introduire dans le tube lui-même, et perpendiculairement à son axe, des écrans diathermanes destinés à agir sur les rayons incidents.

» Le second appareil employé à nos recherches est plus facilement transportable que celui dont nous venons de donner la description. Une de ses pièces principales est un pied à double mouvement, soutenant à sa partie supérieure un tube de cuivre d'environ $0^{m},06$ de long sur $0^{m},05$ de diamètre. Les mouvements dont l'appareil est muni permettent de ramener sans cesse son axe à pointer sur le centre du Soleil, et, grâce à un système de pinules latérales, on peut toujours juger si la condition est remplie.

» Dans ce tube ou support mobile, on peut fixer une pile thermo-électrique munie d'un enveloppe identique à celle que nous avons décrite quelques lignes plus haut.

» On peut, et cela est quelquefois avantageux, y introduire, à la place de la pile, le réservoir d'un thermomètre noirci et dont la tige passe au dehors par une ouverture exprès ménagée.

» Enfin on peut aussi y assujettir un spectroscope d'un genre particulier et destiné à estimer l'influence que des causes diverses peuvent avoir sur la position du maximum de chaleur dans le spectre solaire. Nous n'entrerons pas dans le détail de toutes les pièces de ce spectroscope. Nous dirons seulement qu'il est essentiellement formé d'un tube coudé qui porte : à son extrémité dirigée vers le Soleil, un diaphragme à ouverture rectiligne variable; à sa partie moyenne, une lentille et un prisme en sel gemme ou en spath fluor; enfin à sa seconde extrémité, une pile thermoscopique linéaire dont la direction peut toujours être rendue parallèle à celle des raies du spectre que l'on étudie Une vis micrométrique permet de faire mouvoir lentement cette pile dans un plan perpendiculaire à l'axe de la partie du tube qui la supporte, et de l'amener ainsi dans toutes les régions du spectre.

» Nos expériences relatives à l'influence de l'altitude sur l'intensité et la composition de la chaleur solaire ont été exécutées simultanément du 8 au 15 septembre dernier, d'une part à Lucerne, au Schweizerhoff, d'autre part à l'hôtel du Rigi-Culm, à environ 1450 mètres au-dessus du lac. Elles nous ont montré qu'à la même heure, et toutes choses égales d'ailleurs, la radiation solaire était plus intense au sommet du Rigi qu'à Lucerne, mais qu'elle y était moins facilement transmissible à travers l'eau et l'alun. Voici des nombres :

» Le lundi 13 septembre, à $7^h 45^m$ du matin, par un beau temps, l'action des rayons solaires au sommet du Rigi imprimait une déviation de $27°,2$ à l'aiguille de celui de nos appareils que l'un de nous y avait transporté. A Lucerne, au même instant, un second appareil accusait une déviation de $30°,3$. Or ce second appareil était plus sensible que l'autre, et cela dans le rapport de 277 à 204; nous l'avons constaté à Lucerne même; il en résulte que l'appareil de Lucerne, ramené à la même sensibilité que celui du Rigi, eût donné $22°,5$ quand ce dernier donnait $27°,2$. En exprimant ces résultats en centièmes, on arrive à cette conclusion, que le lundi 13, à $7^h 45^m$, les rayons solaires en traversant, sous un angle de 70 degrés environ avec la normale, la couche d'air comprise entre le niveau du Rigi-Culm et celui de Lucerne, éprouvaient dans ce passage une perte de 17,1 rayons sur 100.

» Quant à la transmissibilité de la radiation elle était moindre au Rigi qu'à Lucerne. A travers une auge de verre de $0^m,08$, pleine d'eau, les rayons se transmettaient au Rigi dans la proportion de 0,685, et à Lucerne dans la proportion de 0,73. Beaucoup d'autres expériences faites dans les jour-

nées des 10, 12, 13 et 14 conduisent à des résultats qui concordent avec ceux qui viennent d'être énoncés.

» Dans les expériences du 13 septembre au matin, la tension de la vapeur contenue dans l'air au sommet du Rigi était $0^m,0063$, et à Lucerne $0^m,0086$. Mais nous n'oserions pas en conclure que la tension moyenne de la vapeur contenue dans la couche d'air contenue entre ces deux stations fût la moyenne des nombres que nous venons de citer, parce que la tension prise au Rigi contre le sol pouvait être très-différente de ce qu'elle était dans l'air à même altitude, mais à plusieurs centaines de mètres de la montagne.

» Les appareils dont l'emploi nous a conduits aux résultats précédents s'appliqueraient sans peine à déterminer les variations que la marche diurne du Soleil apporte dans l'intensité de la chaleur que cet astre envoie en un point déterminé. Cette question a été traitée par M. Pouillet; nous ne nous en sommes point occupés, mais nous avons fait d'assez nombreuses séries de déterminations pour voir comment la nature de la chaleur solaire varie avec l'heure du jour, c'est-à-dire avec l'épaisseur de la couche atmosphérique traversée, et avec la quantité d'eau que cette couche renferme. Une première série d'expériences a été faite entre le 15 juillet et le 15 septembre, par de beaux jours dans lesquels de 7^h30^m du matin à midi les conditions atmosphériques n'éprouvaient pas de grandes variations. En ces circonstances, à Paris comme à Lucerne, la chaleur solaire nous a toujours paru le matin plus transmissible à travers l'eau et l'alun, qu'elle ne l'était à midi. Ainsi, le lundi 13 septembre à 7^h30^m du matin à Lucerne, la chaleur solaire se transmettait dans la proportion de 0,755 à travers une auge de verre pleine d'eau, de $0^m,004$ d'épaisseur; à midi, la transmission à travers la même auge n'était plus que 0,71. En août, à Paris, nous avons obtenu des différences encore plus fortes. Au contraire, en octobre, par des matinées dans lesquelles la température, voisine le matin de zéro, s'élevait beaucoup vers le milieu du jour, les différences de transmissibilité ne se sont plus accusées, et cela se conçoit; les différences entre les épaisseurs d'air traversées par les rayons dans le cours des expériences étaient moindres que l'été, et leur influence se trouvait amoindrie par un accroissement notable dans la quantité d'eau atmosphérique.

» Nos observations spectroscopiques nous ont conduits à des résultats qui tendent à confirmer les précédents : à Lucerne, les 13 et 14 septembre, le maximum nous a paru à midi un peu plus éloigné du rouge que le matin. En octobre, au contraire, sa position nous a paru constante, tout aussi bien que la transmissibilité des rayons à travers nos auges pleines d'eau. »

PHYSIQUE. — *Sur la détente des gaz.* Note de **M. J. Moutier**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« La détente d'un gaz qui sort rapidement d'un réservoir, sans recevoir de chaleur de l'extérieur, est un phénomène qui a beaucoup occupé les géomètres et les physiciens. Laplace et Poisson, dans l'hypothèse du calorique, MM. Clausius, Reech et Bourget, au point de vue de la Thermodynamique, ont montré que, lorsqu'un gaz se détend sans variation de chaleur, la pression p est liée au volume v du gaz par la relation $pv^m =$ const. Clément et Desormes, Gay-Lussac et Welter, ont fait de nombreuses expériences à ce sujet; M. Cazin a mesuré le coefficient de détente m pour un grand nombre de gaz; M. Regnault a fait, sur la détente des gaz, de nombreuses expériences, dont les résultats ne sont pas encore publiés.

» Si l'on suppose que le gaz, qui se détend, suive la loi de Mariotte et que l'on néglige le travail interne, le problème est très-simple. En appelant M le poids du gaz qui se détend, P sa pression, K sa chaleur spécifique absolue (indépendante, d'après M. Clausius, de l'état physique), A l'équivalent calorifique du travail, dV l'accroissement de volume infiniment petit qu'éprouve le gaz et $-dT$ l'abaissement de température qui en résulte, la perte de chaleur éprouvée par le gaz est $-MK\,dT$, le travail correspondant est $P\,dV$; on a donc, en négligeant le travail interne,

$$-MK\,dT = AP\,dV.$$

D'ailleurs, T désignant la température absolue, si le gaz suit la loi de Mariotte,

$$\frac{PV}{T} = \frac{P_0V_0}{T_0},$$

P_0, V_0, T_0 se rapportant aux conditions initiales de l'expérience. En différentiant cette relation et éliminant dT au moyen de la première, on a

$$\left(1 + \frac{AP_0V_0}{MKT_0}\right)\frac{dV}{V} = -\frac{dP}{P},$$

d'où l'on déduit immédiatement

$$PV^{\left(1+\frac{AP_0V_0}{MKT_0}\right)} = \text{const.}$$

Le coefficient de détente est donc

$$m = 1 + \frac{AP_0V_0}{MKT_0},$$

et, par suite,

$$MK = \frac{AP_0V_0}{(m-1)T_0}.$$

» Cette relation donne lieu à plusieurs conséquences, si l'on applique, avec M. Clausius, la loi de Dulong et Petit aux chaleurs spécifiques absolues.

» *Gaz simples.* — Dans les gaz simples, d'après cette dernière loi, le produit MK est constant; par suite, le coefficient de détente doit être le même pour tous les gaz simples qui suivent sensiblement la loi de Mariotte, et dans lesquels le travail interne accompli dans la détente est négligeable.

» M. Cazin a trouvé pour l'hydrogène, l'oxygene et l'azote, le même nombre (1,41). Si l'on néglige la chaleur consommée en travail interne, dans l'échauffement du gaz sous pression constante, en appelant C la chaleur spécifique du gaz sous pression constante, α le coefficient de dilatation du gaz sous pression constante, on a, d'après M. Clausius,

$$C = K + AP_0V_0\alpha.$$

Par suite, $m = 1 + \frac{C-K}{K\alpha T_0}$; d'ailleurs, si l'on prend pour zéro absolu celui qui est placé au-dessous de la glace fondante à une distance $\frac{1}{\alpha}$, en supposant le gaz qui se détend à la température de la glace fondante, $\alpha T_0 = 1$, et $m = \frac{C}{K}$. Les expériences de M. Regnault donnent, pour l'hydrogène, $C = 3,409$, $\alpha = 0,003661$; on en déduit aisément $K = 2,41523$, et, par suite, $m = 1,41$, résultat conforme aux expériences de M. Cazin.

» *Gaz composés.* — Si l'on appelle M, M′, M″ les poids des éléments et du corps composé, K, K′, K″ les chaleurs spécifiques absolues correspondantes, et si l'on admet, avec M. Clausius, qu'un composé chimique doit contenir tout autant de chaleur que ses éléments en contiendraient à la même température,

$$MK + M'K' = M''K''.$$

Par suite, en appelant V_0, V'_0, W_0 les volumes des éléments et du composé pris à la même température et à la même pression, m, m', μ les coefficients de détente correspondants, on a, d'après la relation précédente,

$$\text{(I)} \qquad \frac{V_0}{m-1} + \frac{V'_0}{m'-1} = \frac{W_0}{\mu-1}.$$

» Pour les gaz simples, on vient de le voir, $m' = m$; si l'on représente

par Δ la condensation du gaz composé $\frac{V_0 + V'_0 - W_0}{V_0 + V'_0}$, on a immédiatement

$$\text{(II)} \qquad \mu = m - (m - 1)\Delta.$$

» 1° $\Delta = 0$, $\mu = m = 1,41$: c'est le nombre fourni par les expériences de M. Cazin pour l'oxyde de carbone qui se trouve dans ce cas.

» Inversement, on peut remarquer que la relation (II) est applicable à l'oxyde de carbone, qui s'écarte peu de la loi de Mariotte, d'après les expériences de M. Regnault, et dans lequel, d'après l'observation de M. Hirn, la chaleur consommée en travail interne, lorsque le gaz se dilate sous la pression de l'atmosphère, est très-faible; on peut déduire des expériences de M. Cazin, que la condensation est nulle dans ce gaz et justifier ainsi l'hypothèse généralement acceptée par les chimistes relativement à l'équivalent en volume de la vapeur de carbone.

» 2° $\Delta = \frac{1}{3}$, $\mu = m - \frac{m-1}{3} = 1,274$. M. Cazin a trouvé, pour l'acide carbonique $m = 1,291$, pour le protoxyde d'azote $m = 1,285$ et pour l'acide sulfureux $m = 1,262$; ces valeurs, voisines les unes des autres, diffèrent peu de la valeur calculée.

» 3° Lorsque Δ croît, μ diminue. M. Cazin a observé pour l'ammoniaque $m = 1,328$, pour le bicarbure d'hydrogène $m = 1,257$; pour ces deux gaz, les valeurs données par l'expérience s'écartent notablement des valeurs calculées. Si on laisse de côté le bicarbure d'hydrogène, dont la composition est incertaine, la raison de cet écart est facile à trouver : le gaz ammoniac, d'après les expériences de M. Regnault, s'écarte très-notablement de la loi de Mariotte, et, d'un autre côté, M. Hirn a montré que le travail interne est très-sensible pour ce gaz lorsqu'il se dilate sous la pression de l'atmosphère; le gaz ammoniac s'écarte donc beaucoup des conditions que suppose la relation (II).

» *Mélanges gazeux.* — La relation $MK + M'K' = M''K''$ étant applicable à la fois aux combinaisons et aux mélanges, la relation (I) s'applique par conséquent aux mélanges gazeux; dans ce cas, $W_0 = V_0 + V'_0$.

» 1° Si un mélange est formé de deux gaz ayant même coefficient de détente, $m = m'$, le coefficient de détente μ du mélange a également la même valeur. Ce résultat est conforme aux expériences de M. Cazin sur l'air atmosphérique, pour lequel $m = 1,41$.

» 2° M. Cazin a observé, en outre, le coefficient de détente d'un mélange de 6 volumes d'air et de 4 volumes d'acide carbonique. La valeur de μ, calculée dans ce cas, d'après la relation (I), est $\mu = 1,352$, et par

suite $\frac{\mu - 1}{\mu} = 0,260$. Or il résulte des expériences citées de M. Cazin, que pour des durées d'ouverture du robinet qui sépare les deux réservoirs, égales à $0^s,21$, $0^s,46$ et $0^s,66$, les valeurs du rapport $\frac{m-1}{m}$ sont respectivement 0,266, 0,264 et 0,261 ; ces valeurs diffèrent à peine de la valeur calculée d'après la relation (I).

» Les relations (I) et (II), qui établissent une liaison entre les coefficients de détente d'un gaz composé ou d'un mélange gazeux et les coefficients de détente des éléments, sont des *lois limites*, que les gaz suivent d'autant mieux qu'ils s'écartent moins de la loi de Mariotte et que le travail interne est plus faible. »

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *Sur les actions moléculaires dans le chlore, le brome et l'iode.* Note de **M. C.-Alph. Valson**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« La hauteur à laquelle un liquide s'élève dans un tube capillaire dépend, comme on sait, des dimensions du tube et d'un coefficient qui est une certaine fonction des forces d'attraction mises en jeu entre les molécules élémentaires. Il en résulte que, si l'on compare, pour divers corps, les hauteurs capillaires, rapportées à un tube de dimension fixe de 1 millimètre de diamètre par exemple, les variations de hauteur observées ne dépendent plus que des actions moléculaires et pourront, par conséquent, servir à les comparer entre elles.

» Je me suis proposé d'étudier à ce point de vue les trois corps suivants : chlore, brome, iode. Comme tous ces corps ne se trouvent pas tous les trois à l'état liquide, dans les conditions ordinaires, et, par suite, ne peuvent pas être soumis directement à l'expérience du tube capillaire, je les ai employés à l'état de combinaison, mais de manière que toutes les circonstances fussent égales d'ailleurs. J'ai donc pris trois sels d'un même métal, chlorure, bromure, iodure, dans les proportions de leurs équivalents chimiques, et je les ai dissous dans la même quantité d'eau. J'avais ainsi dans les dissolutions :

» 1° La même quantité d'eau ;

» 2° La même quantité de métal ;

» 3° Le même nombre de molécules, chlore, brome ou iode. Dans ces conditions, les effets capillaires peuvent donc être considérés comme mesurant les actions moléculaires respectives dans ces trois derniers corps.

» Les tableaux suivants renferment les résultats obtenus en opérant successivement avec des sels de potassium et de cadmium.

Tableau I.		**Tableau II.**	
Proportion d'eau = 20 centimètres cubes. Température = 25 degrés.		Proportion d'eau = 40 centimètres cubes. Température = 27 degrés.	
POIDS DES SELS.	HAUTEURS pour un tube de 1mm de diamètre.	POIDS DES SELS.	HAUTEURS pour un tube de 1mm de diamètre.
KCl = 7,45 gr	27,57 mm	Cad Cl = 9,12 gr	25,87 mm
KBr = 11,91	24,41	Cad Br = 13,57	23,70
KI = 16,51	22,04	Cad I = 18,17	22,22

» On peut faire, au sujet de ces tableaux, plusieurs remarques :

» 1° La moyenne des hauteurs relatives au chlorure et à l'iodure de potassium est 24,80, et se trouve sensiblement égale à la hauteur 24,41 du bromure, avec un excédant de 0,4 ;

» 2° Une remarque toute semblable s'applique aux sels de cadmium ;

» 3° Comme les variations de hauteur sont dues uniquement à la substitution des trois corps, chlore, brome, iode, l'un à l'autre, les différences entre les intensités des actions moléculaires de ces corps sont proportionnelles aux variations des hauteurs capillaires observées ;

» 4° Cela posé, le brome se trouvant à l'état liquide, on peut mesurer directement sa hauteur capillaire, qui est sensiblement égale à 5mm,5 dans un tube de 1 millimètre de diamètre et à la température de 20 degrés. Il en résulte alors que si le chlore et l'iode pouvaient être facilement expérimentés à l'état liquide, les hauteurs capillaires des trois corps, chlore, brome, iode, rapportées à un tube de 1 millimètre de diamètre, seraient représentées respectivement par les nombres 6 millimètres, 5mm,5 et 5 millimètres. Enfin, d'après ce qui précède, ces nombres peuvent être considérés comme mesurant les intensités des actions moléculaires dans les mêmes corps.

» La méthode dont je me suis servi a une précision telle, qu'on pourrait l'employer avec avantage, dans beaucoup de cas, comme un véritable moyen d'analyse chimique. Je me bornerai à citer le fait suivant. Dans le

cours de mes expériences, j'avais été conduit à essayer un bromure de cadmium du commerce, dont la pureté était douteuse. Or l'indication du tube capillaire, au lieu d'être égale à la moyenne des indications relatives au chlorure et à l'iodure du même métal, s'en écartait notablement en se rapprochant du chlorure. On pouvait en conclure que le bromure était impur et renfermait une forte proportion de chlorure, ce qui fut du reste vérifié.

» Je me propose de poursuivre ce travail en appliquant la même méthode à d'autres recherches du même genre ; pour le moment, je me bornerai à comparer les résultats relatifs à la capillarité avec divers résultats connus, concernant les propriétés physiques ou chimiques du chlore, du brome et de l'iode. Le tableau suivant montre que les résultats relatifs au brome sont partout sensiblement les moyennes des résultats relatifs au chlore et à l'iode.

CORPS.	ÉTAT.	ÉQUIVALENTS.	DENSITÉ à l'état de gaz.	COMBUSTION AVEC HYDROGÈNE.		HAUTEURS capillaires avec potassium.
				État de dissolution.	État de gaz.	
Chlore............	Gazeux.	35,5	2,42	cal. 41 262	cal. 23 783	mm 27,57
Brome............	Liquide.	80,0	5,39	29 742	10 658	24,41
Iode..............	Solide.	126,0	8,71	14 475	— 4 431	22,04
Moyenne du chlore et de l'iode.....	Liquide.	80,4	5,56	27 868	9 676	24,80

» Les nombres de calories obtenus par MM. Favre et Silbermann devraient être un peu modifiés, en tenant compte des chaleurs de fusion et de vaporisation de l'iode et du brome, afin d'amener ces corps, comme le chlore, à l'état gazeux; mais la chaleur de vaporisation du brome n'a pas encore été déterminée. »

CHIMIE. — *Sur une nouvelle méthode de préparation de l'acide azotique anhydre.* Note de **MM. Odet** et **Vignon**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« M. Henri Sainte-Claire Deville a obtenu en 1847 l'acide azotique anhydre, en faisant passer un courant de chlore sec sur l'azotate d'argent.

» Dans le Mémoire que ce savant a publié dans les *Annales de Chimie et de Physique* (3e série, t. XXVIII, p. 241), il décrit les propriétés de ce corps cristallisé et les analyses qui établissent sa nature.

» Gerhardt, dans son beau travail sur les anhydrides monobasiques, a montré, de son côté, que les acides organiques monobasiques s'obtenaient en faisant réagir sur leurs sels desséchés les chlorures correspondant aux radicaux oxygénés de ces acides.

» Nous avons pensé que la méthode féconde de Gerhardt pouvait être appliquée à la préparation de l'acide azotique anhydre.

» D'après ces idées, nous avons entrepris une série d'expériences dont nous donnons aujourd'hui les résultats pour prendre date.

» La préparation de l'acide azotique anhydre est une des opérations les plus délicates de la chimie. Mais si l'on prend toutes les précautions que recommande M. Henri Sainte-Claire Deville dans son Mémoire, tant pour le choix de l'azotate d'argent, qui doit être cristallisé et sans excès d'acide, que pour le montage (sans bouchons) et la dessiccation de l'appareil, à 180 degrés dans un courant d'acide carbonique, les difficultés se trouvent singulièrement aplanies.

» C'est ainsi qu'en moins d'une heure nous avons obtenu par notre procédé une quantité suffisante de cristaux d'acide azotique anhydre, pour avoir pu vérifier les propriétés de ce corps.

» Le chlorure d'azotyle se prépare en faisant réagir l'oxychlorure de phosphore sur l'azotate de plomb ou mieux l'azotate d'argent. C'est un corps liquide légèrement coloré en jaune, bouillant à $+ 5^\circ$, et ne se solidifiant pas à une température de $- 31^\circ$; au contact de l'eau, ce corps se décompose en acide azotique et en acide chlorhydrique.

» Nous avons dirigé les vapeurs de ce chlorure d'azotyle sur l'azotate d'argent bien sec, porté à une température de 60 à 70 degrés. Les produits de la réaction se rendaient dans un tube soudé au premier, placé dans un mélange de glace et de sel marin. Nous avons obtenu des cristaux incolores, prismatiques et en aiguilles, présentant les propriétés indiquées par M. Henri Sainte-Claire Deville (*volatilité dans un courant d'acide carbonique, décomposition en oxygène et acide hypoazotique au contact de l'air et de la chaleur*).

» L'appareil simplifié qui permet de reproduire cette expérience dans les cours, sans préparation préalable de chlorure d'azotyle, se compose de deux tubes en U soudés ensemble. Ces deux tubes sont chauffés à 60 degrés, et contiennent chacun de 140 à 150 grammes d'azotate d'argent. Dans le

premier de ces tubes, on fait arriver goutte à goutte l'oxychlorure de phosphore contenu dans un petit vase de Mariotte : il se forme du chlorure d'azotyle; ce corps réagit sur l'azotate d'argent du second tube; à ce second tube est soudé le tube condenseur muni d'un petit réservoir qui retient les produits liquides. Le tube condenseur est placé dans un mélange réfrigérant à — 25°.

» Il n'y a pas dégagement d'oxygène, mais formation de phosphate d'argent et de chlorure d'argent.

» Les équations de ces deux réactions seraient

1° $$3\left\{\begin{matrix}AzO^4\\Ag\end{matrix}\right\}O^2+\left.\begin{matrix}PhO^2\\Cl^3\end{matrix}\right\}=\left.\begin{matrix}PhO^2\\3Ag\end{matrix}\right\}O^6+3\left\{\begin{matrix}AzO^4\\Cl\end{matrix}\right\}$$

2° $$\left.\begin{matrix}AzO^4\\Ag\end{matrix}\right\}O^2+\left.\begin{matrix}AzO^4\\Cl\end{matrix}\right\}=\left.\begin{matrix}AzO^4\\AzO^4\end{matrix}\right\}O^2+\left.\begin{matrix}Ag\\Cl\end{matrix}\right\}$$

» On pourrait peut-être expliquer la préparation donnée par M. Henri Sainte-Claire Deville pour obtenir l'acide azotique anhydre, en admettant deux phases dans la réaction.

» Dans la première, il y aurait production de chlorure d'azotyle avec dégagement d'oxygène, puis réaction du chlorure d'azotyle sur l'excès d'azotate d'argent.

» La grande quantité d'azotate d'argent qu'emploie M. Henri Sainte-Claire Deville et la lenteur avec laquelle il fait passer le chlore ne rendraient-elles pas cette hypothèse probable?

» Nous nous proposons de suivre ces expériences, soit pour vérifier cette manière d'expliquer la méthode de préparation donnée par M. H. Sainte-Claire Deville, soit pour examiner si d'autres azotates peuvent être substitués à l'azotate d'argent.

» Ce travail a été fait au laboratoire de la Faculté des Sciences de Lyon, sous la direction de notre professeur M. Loir. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation de l'hydrate de chloral; caractères de sa pureté.* Note de **M. Z. Roussin**, présentée par M. Larrey.

« Diverses observations physiologiques viennent d'appeler l'attention des médecins et des chimistes sur l'hydrate de chloral. Les modifications suivantes, apportées au procédé de M. Dumas, permettent d'obtenir un produit très-pur et beaucoup plus abondant. Elles consistent : 1° à supprimer la préparation intermédiaire du chloral liquide qui occasionne une perte notable et provoque la formation de produits secondaires, difficiles à

éliminer ultérieurement; 2° à purifier l'hydrate de chloral par une expression énergique, terminée par une distillation (1).

» Lorsque le courant de chlore sec, dirigé au travers de l'alcool absolu, ne produit plus aucune réaction et que la couleur jaune-verdâtre du gaz persiste, même au sein du liquide chloro-alcoolique en ébullition, ce dernier, refroidi vers zéro, se prend invariablement en une masse cristalline. Cette cristallisation confuse d'hydrate de chloral, souillée par une matière liquide, volatile comme l'hydrate de chloral et que la distillation est impuissante à éliminer, est soumise à une expression énergique qui chasse la plus grande partie de ce produit. Le gâteau est comprimé à la presse entre des linges ou des papiers buvards secs, jusqu'à ce qu'il ne produise plus aucune tache, et que la matière soit devenue complétement sèche et friable. On l'introduit alors dans une cornue avec une petite quantité de craie pulvérisée, et l'on procède à la distillation. Tout le liquide distillé se prend en cristaux durs et cassants jusqu'à la dernière goutte.

» L'hydrate de chloral pur est complétement blanc, cristallisé en longues aiguilles prismatiques enchevêtrées, dures et friables. Son odeur, à la température ordinaire, n'est pas très-forte et rappelle un peu celle du chloroforme et du chlorure de chaux; sa saveur, d'abord douce, devient ensuite un peu âcre. Exposé à l'air libre, il se volatilise complétement sans attirer sensiblement l'humidité; néanmoins, dans une atmosphère saturée de vapeur d'eau, il peut se résoudre en liquide. Il fond à la température de + 56 degrés, et constitue alors un liquide incolore, extrêmement limpide et fort réfringent. Son point d'ébullition est fixe à + 145 degrés. Pressés entre deux papiers buvards, les cristaux d'hydrate de chloral ne doivent produire aucune tache.

» L'hydrate de chloral est complétement soluble dans de très-petites quantités d'eau; il est également soluble dans l'éther, l'alcool, le chloroforme, le sulfure de carbone, la benzine et les corps gras. La solution aqueuse est complétement limpide, presque dépourvue d'odeur, sans aucune réaction sur les papiers réactifs et sur une solution d'azotate d'argent. Cette solution, même assez étendue, se trouble immédiatement, à froid, par l'addition de quelques gouttes de solution aqueuse de potasse caustique; en même temps, il se développe une odeur très-suave de chloroforme, produit normal de cette réaction. »

(1) Ce procédé se présente naturellement à l'esprit, dès qu'il s'agit d'obtenir économiquement le chloral hydraté. M. Valenciennes ayant dû le mettre depuis quelque temps en usage d'après mes conseils, je constate le fait pour le cas où il aurait observé, de son côté, quelque résultat digne d'être signalé. (D.)

EMBRYOGÉNIE. — *Sur le mode de formation de l'œuf et le développement embryonnaire des Sacculines.* Note de **M. Édouard Van Beneden** (1).

« Dans une Note insérée dans les *Comptes rendus* du mois de février dernier (22 février 1869), M. Gerbe a exposé les résultats de ses recherches sur la constitution et le développement de l'œuf ovarien des Sacculines. D'après cet auteur, les ovules sont formés à leur début de deux cellules transparentes accolées l'une à l'autre, pourvues chacune d'un noyau vésiculeux et d'une membrane commune (membrane vitelline). L'une de ces cellules grandit considérablement; il s'y développe une grande quantité de globules réfringents, tandis que l'autre reste petite, ne se charge que de quelques fins globules, et, quand l'œuf est mûr, la grande cellule, où se sont développés les éléments du jaune, a pris une telle prédominance, que l'autre lobe, dont le développement est resté en quelque sorte stationnaire, ne représente plus sur l'un des pôles de l'ovule qu'une petite éminence à peine perceptible. M. Gerbe considère la grande cellule comme donnant naissance au vitellus, et la compare au jaune de l'œuf des Oiseaux; tandis que la petite cellule représente pour lui le germe ou la cicatricule. De plus, M. Gerbe croit trouver, dans le développement de l'œuf des Sacculines, l'explication du rôle physiologique que joue dans l'œuf ce corps que Von Wittich, Von Siebold et V. Carus ont signalé dans l'œuf de quelques Araignées à côté de la vésicule de Pürkinje, et que M. Balbiani a observé chez certains Myriapodes (2). L'un des deux noyaux cellulaires de l'ovule primitif bilobé des Sacculines serait le noyau de la cellule formatrice du vitellus et l'homologue du noyau vitellin de l'œuf des Araignées; l'autre serait le noyau germinatif ou noyau de la cellule germe, l'homologue de la vésicule germinative de l'œuf des Araignées et des Myriapodes.

» Les observations que j'ai faites sur le développement de l'œuf ovarien des Sacculines concordent, en un certain nombre de points, avec les belles observations du savant embryogéniste du Collége de France; mais l'interprétation que j'ai donnée aux faits est essentiellement différente, ce qui ré-

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier au *Compte rendu*.

(2) C'est à tort que cet observateur donne à ce corps le nom de *vésicule*, qu'il le considère comme un noyau de cellule et qu'il admet son existence dans l'œuf de tous les animaux.

sulte de ce que, sur quelques points, je ne puis confirmer les recherches de M. Gerbe, et que quelques faits importants ont échappé à son attention.

» Les ovules ne sont pas, à leur début, formés de deux cellules accolées l'une à l'autre : ils se constituent primitivement d'une cellule unique, formée d'une matière visqueuse parfaitement transparente (protoplasme), tenant en suspension quelques globules réfractant fortement la lumière, et d'un noyau vésiculeux, à contours très-délicats, mesurant la moitié environ du diamètre de la cellule et pourvu d'un nucléole unique très-réfringent. Le diamètre de cette cellule est d'environ $\frac{6}{100}$ de millimètre. A côté de ces cellules, on en voit d'autres qui présentent une forme allongée et sont pourvues de deux noyaux, sans manifester cependant aucune tendance à la division de leur corps. D'autres, au contraire, présentent à l'un de leurs pôles un petit bourgeon, dont le volume croît jusqu'à devenir égal à celui de la cellule mère; l'un des noyaux passe à l'intérieur du bourgeon, et dès lors on reconnaît deux cellules séparées l'une de l'autre par un étranglement circulaire, qui s'approfondit progressivement; les deux cellules filles s'individualisent, mais restent accolées l'une à l'autre. Les deux cellules proviennent donc par voie de division d'une cellule mère primitive. Il m'a toujours été impossible de distinguer autour de ces jeunes ovules aucune trace de membrane cellulaire.

» Il est indispensable de faire ici deux observations : la première, c'est que les cellules mères se rencontrent surtout en grande quantité dans les ovaires immédiatement après la ponte, ce que l'on reconnaît à ce que les ovisacs renferment des œufs qui sont encore au début du développement embryonnaire; la seconde, c'est que les dimensions des cellules mères sont les mêmes que celles des petites cellules que l'on trouve sous forme d'une éminence située à l'un des pôles de l'œuf mûr. Tous les autres caractères des cellules mères sont identiques à ceux que présentent ces cellules polaires des œufs mûrs. Chez les unes et les autres on voit un corps protoplasmatique parfaitement transparent, tenant en suspension quelques globules arrondis, très-réfringents, et l'on en trouve même d'assez volumineux, dont les caractères ne diffèrent en rien de ceux du vitellus. On y distingue un noyau vésiculeux, à contours très-délicats, pourvu d'un nucléole doué d'un pouvoir réfringent considérable.

» Les cellules mères dont j'ai parlé donnent naissance, par voie de division, à deux cellules filles. Au début de leur développement, ces cellules sont tout à fait identiques l'une à l'autre. Bientôt cependant leur volume s'accroît légèrement, et chacune d'elles acquiert peu à peu les dimensions

de la cellule mère. Elles renferment l'une et l'autre quelques globules réfringents; mais bientôt le nombre de ces globules croît beaucoup dans l'une des deux cellules accolées, et, en même temps, son volume tend à l'emporter sur celui de sa congénère. A partir de ce moment, il devient impossible de distinguer, au milieu de ces globules réfringents, le noyau de la cellule agrandie. Je n'ai jamais réussi davantage à distinguer dans l'œuf mûr le noyau cellulaire, au milieu de la masse vitelline. La cellule s'accroît de plus en plus; elle se remplit complétement de globules réfringents, dont le volume augmente en même temps que le nombre. Tout en s'agrandissant, cette cellule, que nous pouvons dès à présent appeler l'*œuf* (puisqu'on reconnaît distinctement dans son contenu les caractères d'un vrai vitellus), conserve une forme sphéroïdale parfaitement régulière; seulement à l'un de ses pôles se trouve accolée la seconde cellule, qui est restée stationnaire dans son développement. Quand l'œuf a atteint un diamètre de 15 à 18 centièmes de millimètre, on y reconnaît distinctement une membrane cellulaire, qui se développe aux dépens de la courbe externe du protoplasme de la cellule-œuf et s'accuse par un contour foncé. Cette membrane (membrane vitelline) n'est pas une enveloppe commune à la cellule agrandie, qui est l'œuf en voie de développement, et à la cellule transparente accolée à l'un de ses pôles; elle n'entoure pas cette dernière cellule; tout au contraire, le contour s'arrête au bord de la surface d'accolement de l'œuf et de la cellule polaire. Quand l'œuf est arrivé à maturité, il présente une forme ellipsoïdale régulière, et à l'un de ses pôles on distingue toujours la cellule polaire, qui a conservé sa forme hémisphérique avec sa transparence et ses dimensions primitives. Cette cellule se trouve en dehors de la membrane vitelline, dont on peut suivre le contour foncé parfaitement régulier entre le vitellus et la cellule polaire. Au niveau de la surface d'accolement, la membrane vitelline est cependant légèrement déprimée et peut-être manque-t-elle au centre de cette surface.

» A côté de ces œufs mûrs, qui portent auprès de leurs pôles une cellule transparente, s'en trouvent d'autres où il n'est pas possible de distinguer de cellule polaire, mais qui présentent encore, en un point de leur surface, une dépression correspondant à l'ancienne surface d'accolement; jamais les œufs pondus ne montrent la moindre trace de cellule polaire, ni rien qui ressemble à une cicatricule. En rapprochant ce fait de celui de l'existence dans l'ovaire, peu de temps après la ponte, de cellules isolées que j'ai appelées *cellules mères* et qui présentent tous les caractères des cellules polaires des œufs mûrs, on reconnaît que *les cellules polaires de l'œuf mûr ne sont pas*

une partie constitutive de l'œuf, comparable à la cicatricule de l'œuf des Oiseaux. ces cellules se détachent de la surface des œufs mûrs, restent à l'intérieur de l'ovaire et se multiplient par division pour donner naissance à deux cellules filles, qui restent accolées l'une à l'autre et dont l'une devient à son tour un œuf. Le corps que M. Gerbe a considéré comme représentant une cellule vitelline, destinée à former les éléments nutritifs du vitellus, est en réalité l'œuf tout entier; son noyau représente la vésicule germinative, et son contenu est formé d'un liquide protoplasmatique homogène, tenant en suspension des globules réfringents (éléments nutritifs du vitellus).

» Ces observations suffisent, me semble-t-il, pour justifier la conclusion que j'en tire; mais je trouve, dans les analogies que présente le développement de l'œuf des Sacculines avec celui d'un grand nombre d'autres Crustacés, et dans le développement de l'embryon des Sacculines, la démonstration complète de la conclusion qui vient d'être formulée.

» Chez un grand nombre de Copépodes parasites (*Caligus*, *Clavella*, *Lernanthropus*, *Congericola*), l'ovaire présente la forme d'un sac ovoïde (germigène), dont l'extrémité antérieure se prolonge en un tube (vitellogène); celui-ci s'élargit progressivement pour s'ouvrir à l'extérieur, après avoir décrit à l'intérieur du corps un certain nombre d'inflexions. Le germigène est rempli d'un cordon transparent très-grêle, entortillé et pelotonné sur lui-même, qui se prolonge à l'entrée de la glande, dans le tube qui représente le vitellogène. Ce cordon est formé en réalité d'un nombre immense de petites cellules protoplasmatiques parfaitement transparentes, pourvues d'un noyau très-petit. Elles sont aplaties et affectent la forme de petits disques empilés. Dans le vitellogène, chacune de ces petites cellules s'agrandit, se charge d'éléments réfringents, pour devenir un œuf, en même temps que leur noyau devient la vésicule germinative. Les œufs conservent cette forme aplatie discoïde et ils sont empilés dans le vitellogène à la manière de pièces de monnaie. Chez d'autres Lernéens (Anchorelles, Lernéopodes), la division de l'ovaire en germigène et vitellogène n'existe pas; mais cet organe est formé d'un tube ramifié, dont toutes les branches sont remplies de fragments de cordons protoplasmatiques; les caractères sont identiques à ceux du cordon protoplasmatique des *Clavella* et des *Congericola*. *Si l'on déchire les parois de l'ovaire, on met en liberté un grand nombre d'œufs, qui tous portent, à l'un de leurs pôles, un fragment de cordon protoplasmatique formé de cellules discoïdes empilées.* Quand les œufs sont arrivés à maturité, ils se détachent du cordon, sont évacués, et c'est la cellule du cordon protoplas-

matique, qui était immédiatement adjacente à l'œuf, qui s'agrandit, se charge d'éléments réfringents et devient à son tour un œuf. Il est impossible de méconnaître que ces œufs, portant à l'un de leurs pôles un fragment de cordon ovarien, sont bien les analogues des œufs des Sacculines pourvus d'une cellule polaire. La cellule polaire représente anatomiquement et physiologiquement le fragment de cordon protoplasmatique des Anchorelles et des Lernéopodes, qui se détache, comme elle, de l'œuf arrivé à maturité, pour fournir de nouveaux œufs.

» *En étudiant les premières phases du développement embryonnaire des Sacculines, j'ai reconnu que ces animaux présentent au début le fractionnement total du vitellus.* Or, comme je l'ai démontré dans un travail antérieur, le fractionnement total du vitellus ne se produit que quand toute la masse des éléments nutritifs se trouve en suspension dans le protoplasme de la cellule-œuf, ce qui exclut l'idée d'une cicatricule. Il existe une cicatricule, quand une grande partie des éléments nutritifs se trouve en dehors du protoplasme de la cellule-œuf, comme cela a lieu chez les Oiseaux. Dans ce cas, ces éléments ne prennent pas part à la division de la cellule-œuf, et le fractionnement est partiel : il se produit aux dépens de la cicatricule exclusivement. Or, chez les Sacculines, toute la masse du vitellus se divise en deux portions égales, par suite de la formation, tout autour de la petite section de l'œuf, d'un sillon qui part de la périphérie et progresse peu à peu vers le centre. Bientôt après, un nouveau sillon apparaît à la surface du vitellus, croisant à angle droit celui qui avait d'abord apparu. La masse du vitellus se trouve dès lors divisée en quatre portions; elles ont chacune la forme d'un quartier d'ellipsoïde qui aurait été divisé par deux plans perpendiculaires passant l'un et l'autre par son centre. A partir de ce moment, il s'opère dans chacun des quatre segments une séparation entre l'élément protoplasmatique et les éléments nutritifs du vitellus. Le protoplasme des quatre segments, entraînant leur noyau, se porte à l'un des pôles de l'œuf, qui est l'extrémité du diamètre suivant lequel se coupent les deux plans secteurs. On voit les quatre segments s'éclaircir de plus en plus en ce point, se débarrasser complètement des éléments nutritifs qui sont refoulés au pôle opposé. Alors les parties claires, pourvues chacune d'un noyau, se séparent par un sillon de la portion foncée du segment; elles constituent les quatre premières cellules embryonnaires, sous forme de petits globes protoplasmatiques, pourvus chacun d'un noyau. Les quatre grands globes foncés, formés d'éléments très-réfringents, ne représentent plus des cellules; aussi se fondront-ils bientôt l'un dans l'autre, de façon à former un amas

unique d'éléments nutritifs. Les cellules embryonnaires, au contraire, vont se multiplier par division, former une zone cellulaire de plus en plus étendue, qui finira par entourer, sous forme d'une vésicule cellulaire, l'amas central de matières nutritives. Dès lors, le blastoderme est formé.

» Il résulte de tout ceci : que la grande cellule, que M. Gerbe a considérée comme représentant le corps produisant le vitellus, est en réalité l'œuf tout entier; que l'œuf des Sacculines ne peut être comparé à l'œuf des Oiseaux, puisqu'il est impossible d'y distinguer des parties correspondant au jaune et à la cicatricule ; que la cellule polaire, qui a été considérée comme représentant le germe, est l'analogue du cordon protoplasmatique de l'œuf des Anchorelles ; que cette cellule se détache de l'œuf mûr, qu'elle reste dans l'ovaire pour s'y diviser et donner naissance à de nouveaux œufs.

» Il est bien évident aussi qu'aucun rapprochement ne peut être établi entre le corps vitellin de l'œuf de quelques Araignées ou de certains Myriapodes et les noyaux cellulaires du double œuf des Sacculines. Le corps vitellin de l'œuf des Araignées, dont MM. Von Wittich, Von Siebold et V. Carus ont étudié la constitution et le mode de formation chez les Araignées, et dont M. Balbiani a constaté l'existence chez les Myriapodes, ne présente jamais les caractères d'une vésicule ou d'un noyau cellulaire. L'existence de ce corps, loin d'être générale dans toute la série animale, n'existe pas chez toutes les Araignées, ni même constamment chez une même espèce de Myriapode telle que le *Geophilus simplex* : la signification de cet élément accidentel de l'œuf reste encore à déterminer. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Note sur le sucre interverti; par* **M. Dubrunfaut.**

« Une Note de M. Maumené, insérée dans l'un des derniers numéros des *Comptes rendus,* rectifie la composition que nous avons donnée du sucre interverti, et cette rectification s'appuie sur deux analyses faites par la cristallisation du glucose et du glucosate de sel marin, qui, se contrôlant réciproquement, inspirent confiance à l'auteur.

» La rectification de M. Maumené, nous pouvons le dire de suite sans hésitation, est une erreur dont les chimistes expérimentés reconnaîtront facilement la cause. Nous aurions pu, à la rigueur, nous dispenser de la discuter, attendu qu'une Note insérée en 1856 dans les *Comptes rendus* (t. XLII, p. 901) renferme tous les éléments utiles pour la mettre en relief et la réfuter. Cependant, comme l'erreur produite sous certaines

formes se propage plus rapidement que la vérité, nous croyons devoir indiquer ici les causes de cette erreur.

» Comment comprendre qu'un chimiste ait pu concevoir la pensée de baser une analyse quantitative du sucre interverti sur la minime proportion de glucose ou de glucosate dextrogyre que la force de cristallisation peut en faire sortir, et de doser ainsi, sans autre examen, le sucre lévogyre par différence? Le glucose éliminé dans ces conditions est évidemment celui que nous avons opposé à M. Biot en 1849 (*Comptes rendus*, t. XXIX, p. 51) pour justifier la composition complexe d'un produit que la science considérait comme simple avant nos travaux; mais avec les données élémentaires reçues sur la dissolution, la saturation et la cristallisation, nous n'aurions jamais pu admettre que notre expérience démonstrative de composition qualitative renfermât en même temps les éléments d'une analyse quantitative. Telle est cependant la base qui a servi à M. Maumené pour justifier la correction qu'il propose.

» La composition que nous avons donnée a été obtenue par des méthodes diverses, qui se contrôlent et s'affirment les unes par les autres; elle est d'accord avec tous les faits connus; elle est en harmonie parfaite avec les pouvoirs rotatoires moléculaires du sucre interverti et avec ceux des éléments que la science leur a assignés. La synthèse elle-même justifie avec précision les données et les nombres de l'analyse.

» Si l'on admettait, au contraire, la composition calculée par M. Maumené, le sucre interverti, au lieu de contenir 50 pour 100 de sucre lévogyre, en contiendrait l'énorme proportion de 88 en nombres ronds, et le complément 12 serait du glucose dextrogyre pur, séparable intégralement par une simple cristallisation, soit à l'état de glucose intègre, soit à l'état de glucosate de sel marin. En d'autres termes, ces substances cristallisables et très-solubles dans l'eau, seraient séparées intégralement de l'eau et du lévulose qui les retenaient en dissolution ou en combinaison avant la cristallisation : toutes hypothèses gratuites qui sont en contradiction avec les faits et avec les théories les plus élémentaires admises par la science.

» Les expériences de M. Maumené sont probablement exactes, et nous n'avons nul besoin de les vérifier ni d'en controverser les nombres; seulement il est évident pour nous que l'expérimentateur les a mal choisies pour la vérification qu'il voulait faire, et qu'il en a tiré des conséquences impossibles et par là même inadmissibles.

» Il a tout simplement extrait par cristallisation le glucose dextrogyre qui était extractible par ce moyen, soit environ un quart de ce qui existait

dans le mélange sirupeux, et il a dosé par différence et comme lévulose les trois autres quarts qui sont restés en dissolution dans l'eau mère de cristallisation. En définitive, il a considéré comme lévulose pur cette eau mère, qui, d'après nos analyses, renfermerait en réalité 50 de lévulose et 38 de glucose dextrogyre incristallisable et inextractible dans ces conditions. Une erreur de ce genre a pu être commise à une autre époque pour les sucs de canne, en ne considérant que le sucre extrait par cristallisation et en négligeant celui qui reste enchaîné dans le résidu mélasse. Les cannes folles des colonies ne donnent que de la mélasse, quoiqu'elles renferment une grande proportion de sucre prismatique rendu incristallisable par la présence du sucre interverti; dans la pratique saccharimétrique des sucres coloniaux, on admet, en effet, avec vraisemblance, que le sucre interverti immobilise son poids de sucre prismatique en mélasse. Si le sucre interverti se vendait au titre glucose dextrogyre, on pourrait avec non moins de vraisemblance admettre, comme base de ce genre de saccharimétrie, l'analyse de M. Maumené rapprochée de la nôtre, et poser comme règle que le lévulose annule en mélasse incristallisable les trois quarts de son poids de glucose dextrogyre.

» En admettant la composition immédiate du sucre interverti telle qu'elle résulte, d'une manière incontestable, de nos travaux, c'est-à-dire, en admettant qu'il ne renferme que les deux glucoses spécifiés, et que ces glucoses sont le glucose mamelonné de raisin et le lévulose découvert par M. Bouchardat dans le sucre d'inuline, il était facile de vérifier sa composition quantitative à l'aide d'une méthode simple que nous avons décrite qui est fondée sur une propriété optique, bien caractéristique du lévulose. Ce sucre a un pouvoir rotatoire connu, qui permet de conclure son poids de la rotation prise à la température de + 14 degrés; et nous avons reconnu par expérience que cette espèce de sucre perd exactement le quart de son pouvoir rotatoire moléculaire, en passant de la température + 14 degrés, à la température de + 52 degrés, de sorte qu'il suffit de faire deux observations optiques pour déceler sa présence dans un mélange de substances, même optiquement actives, et pour conclure la proportion pondérale dans laquelle il s'y trouve. Le plan de la polarisation primitive se déplace, dans ce cas, de gauche à droite par suite de l'élévation de température, de sorte qu'en multipliant par 4 le nombre qui exprime ce déplacement, on a le pouvoir rotatoire absolu du lévulose cherché. Une pareille expérience, appliquée au sucre interverti, donne la proportion de lévulose qui permet de conclure le glucose dextrogyre par différence.

Avons-nous besoin de dire que ce mode d'expérimentation, utilisé dans le cas qui nous occupe, justifie notre analyse controversée?

» Nous nous garderons bien de croire et d'affirmer que nos travaux ont dit le dernier mot sur la constitution complexe du sucre interverti, et nous avons même publié des faits qui tendraient à y faire admettre d'autres produits, ce qui ôterait aux résultats de l'inversion sa simplicité originelle. Ainsi nous avons soupçonné que la pectine, dont nous avons trouvé des traces dans les produits de notre méthode de séparation du lévulose par la chaux, pourrait être un produit normal de la transformation du sucre prismatique par les acides. Ainsi encore notre curieuse observation sur le mode de sélection des matériaux immédiats du sucre interverti, effectuée par les globules du ferment dans la fermentation vineuse, se conçoit et s'explique mal dans l'état actuel de la science (*Comptes rendus*, 1847, t. XXV, p. 308). Nous aurons d'ailleurs l'occasion de revenir sur ces questions, en exposant ailleurs, en détails, des faits et des explications qui ne peuvent trouver place ici. »

M. Maumené adresse deux nouvelles Notes ayant pour titres « Faits observés sur le sucre interverti » et « Note sur une erreur des évaluations saccharimétriques » (1).

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les radiations lunaires*. Note de **M. Marié-Davy**, présentée par M. Delaunay (troisième Note).

« Les nombreuses expériences faites depuis Melloni et Zantedeschi jusqu'à ces derniers temps sur les radiations lunaires ont mis hors de doute le pouvoir calorifique de ces rayons. Ce premier point établi, on peut se demander : 1° quelle est la part du pouvoir diffusif de la Lune dans la chaleur lunaire; 2° quelle est la part de son pouvoir absorbant et rayonnant, et entre quelles limites varie sa température dans le cours d'une lunaison; 3° comment les pouvoirs diffusif et rayonnant varient d'une région à l'autre de la surface lunaire; 4° quelles inductions on en peut tirer sur l'état de la surface lunaire comparée à celle de la Terre.

» Ce sont là des questions beaucoup plus délicates que la simple consta-

---

(1) Avant d'imprimer ces deux Notes, il a paru nécessaire, dans l'intérêt même de la discussion, d'attendre que M. Maumené eût pris connaissance des remarques faites par M. Dubrunfaut, et se fût mis en mesure d'y répondre. (D.)

tion de la chaleur lunaire, et sur lesquelles nous devons déjà quelques notions à Lord Rosse. Pour les résoudre, il faut non-seulement suivre la Lune dans ses diverses phases, mais encore étudier les lois de l'absorption de sa chaleur par l'atmosphère, déterminer le coefficient d'absorption pour chaque état du ciel, et disposer d'un assez grand nombre de séries d'observations correspondant à chaque phase, pour écarter les erreurs provenant d'un changement accidentel dans la transparence de l'air.

» C'est ce travail que je me suis proposé de poursuivre, sans me dissimuler toutefois ni ses difficultés ni sa longueur. La Note que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie n'est, comme les deux précédentes, qu'une sorte d'entrée en matière ayant pour but surtout de prendre date.

» Après m'être servi d'une lunette équatoriale, ne laissant passer que la chaleur solaire diffusée par la Lune, j'ai fait usage d'un télescope à miroir argenté, de $0^m,20$ d'ouverture. La pile a été munie à ses deux extrémités de deux petits miroirs argentés, inclinés à 45 degrés; elle a été placée transversalement en avant du miroir du télescope, à une distance de ce miroir égale à sa distance focale. Le chercheur du télescope à été réglé de telle sorte que l'on pût, avec son aide, projeter l'image de la Lune alternativement sur l'un et l'autre miroir, et, par suite, sur l'une et l'autre face de la pile. Lorsque l'une de ces faces recevait l'image de la Lune, qui la recouvrait sans la déborder, l'autre face recevait l'image d'une portion du ciel voisine de l'astre, et à peu près de même étendue. Les déviations de la boussole indiquaient donc les différences entre les quantités de chaleur envoyées par la Lune et par les régions voisines du ciel, indépendamment de la chaleur rayonnée par l'atmosphère. La pile était d'ailleurs enveloppée par une petite boîte en carton, intérieurement garnie de ouate, et ouverte seulement du côté du miroir métallique. Toutes les jonctions des fils composant le circuit étaient enveloppées de coton.

» Le télescope n'étant pas muni de mouvement d'horlogerie, M. Sonrel a bien voulu me prêter son concours; l'un de nous réglait la direction de l'instrument, tandis que l'autre faisait les lectures à la boussole. Ces lectures ont été prises exactement de deux en deux minutes, pour éliminer, autant que possible, l'influence des variations continuelles de l'aiguille aimantée.

» Le tableau suivant résume les observations du mois de novembre courant :

Dates.	Age de la Lune.	Déviations moyennes observées.			Températures déduites des observations et exprimées en millionièmes de degrés.		
		1re série.	2e série.	3e série.	1re série.	2e série.	3e série.
10	7e jour	9,7	»	»	17,7	»	»
11	8e »	14,3	13,6	»	26,0	24,8	»
12	9e »	18,9	18,2	»	34,3	33,1	»
20	17e »	52,1	37,1	37,3	94,8	67,5	67,9

» En comparant les séries du 12 octobre faites à l'équatorial avec celles du 10 novembre faites avec le télescope, on trouve que le dernier résultat est six fois plus grand que le premier. Les quatre verres de la lunette ne laissaient donc passer que le sixième environ de la chaleur que nous envoie la Lune dans son premier quartier. La première série des expériences du 20 novembre donne, pour le même rapport, 8,7. Ce rapport, il est vrai, tombe à 6,3 avec les deuxième et troisième séries; mais il s'est produit là un affaiblissement brusque dû à un changement dans l'état du ciel. Comme les lentilles n'arrêtent guère que la moitié des rayons solaires, on est obligé d'admettre :

» 1° Que les rayons lunaires contiennent non-seulement la chaleur solaire diffusée par la surface du satellite, mais encore une forte proportion de chaleur obscure rayonnée directement par cette surface échauffée, ce qui a déjà été démontré par Lord Rosse;

» 2° Que cette proportion de chaleur obscure augmente avec la phase.

» La lumière solaire diffusée par la Lune a pour expression :

$$q = \frac{c}{2}(\sin\delta - \delta\cos\delta) \quad \text{ou} \quad q = \frac{c}{2}[(\delta - 2\pi)\cos\delta - \sin\delta]$$

de la nouvelle à la pleine lune, et de la pleine à la nouvelle Lune, c étant la constante lunaire et δ la différence des longitudes (☾ — ☉) de la Lune et du Soleil.

» La lunette équatoriale dont je me suis servi ne se laissant traverser que par la chaleur solaire diffusée par la Lune, les formules précédentes sont applicables aux résultats que fournit l'instrument. Le 20 octobre, jour de pleine Lune, j'ai trouvé $0°,0000116$; si l'on multiplie ce nombre par 80000, nombre donné par Wheatstone, pour exprimer le rapport des pouvoirs éclairants du Soleil et de la Lune, on trouve $9°,3$, ce qui est à très-peu près l'effet thermométrique du Soleil dans les mêmes conditions d'obliquité de ses rayons. 80000 exprimerait donc aussi le rapport des pouvoirs calorifiques des deux radiations. En divisant ce rapport par le

rapport du carré du diamètre de l'orbite lunaire au diamètre de la Lune, il vient 0,61 pour le pouvoir diffusif de la surface lunaire. Ce pouvoir a été trouvé par MM Desains et de la Provostaye égal à à 0,82 pour la céruse, à 0,66 pour le chromate de plomb, et à 0,48 pour le cinabre. Il serait intéressant de connaître ce pouvoir pour nos roches naturelles; on peut cependant conclure déjà que la surface de la Lune a un pouvoir diffusif considérable, au moins égal à celui des roches les moins colorées.

» L'expression de la chaleur totale envoyée par la Lune à la Terre est beaucoup plus complexe que celle de la chaleur diffusée; elle dépend du temps écoulé depuis que chaque élément lunaire a commencé d'être éclairé; elle dépend aussi de son pouvoir absorbant et émissif, de sa capacité calorifique, de sa conductibilité.

» Il est probable, conformément à ce qui a lieu sur la surface solide de la Terre, que les variations de température se produisent surtout à la surface même de la Lune, et que le flux de chaleur ne pénètre d'une manière appréciable qu'à une profondeur extrêmement faible. Nous ne nous écarterons donc pas beaucoup de la vérité, surtout si nous ne considérons le résultat cherché que comme une première approximation, en supposant que la Lune est formée d'une enveloppe sphérique, homogène et très-mince, et que sa température est proportionnelle à la chaleur qu'elle contient. Dans ce cas, la chaleur totale envoyée par la Lune a pour expression

$$Q = q_0 + M \sin \delta - N\delta \sin \delta - P \cos \delta - R\delta \cos \delta + P e^{-B\delta},$$

dans laquelle q_0 est la chaleur initiale d'un point qui commence à être éclairé après quinze jours de nuit, et où M, N, P, R et B sont des paramètres dépendant de l'intensité des rayons solaires, du pouvoir diffusif de la Lune, de son pouvoir émissif et absorbant, de sa capacité calorifique et de sa conductibilité. Un nombre suffisant d'observations convenablement corrigées et présentant un assez grand degré de précision permettraient donc de déterminer ces éléments par comparaison avec ce qu'ils sont sur la Terre.

» Au nombre des corrections à effectuer se place en première ligne celle qui dépend du degré variable de transparence de l'atmosphère. M. Pouillet a démontré qu'un rayon solaire traversant l'atmosphère sous des obliquités différentes produit, sur une surface noire normale à sa direction, une élévation de température t donnée par la formule

$$t = ap^{\varepsilon}$$

dans laquelle ε est l'épaisseur de la couche atmosphérique traversée, a est

la constante solaire et p la constante atmosphérique variable avec l'état de l'atmosphère, mais égale en moyenne à 0,75 environ. En calculant la valeur de ε pour les soirées des 11 et 12 novembre et appliquant la formule précédente je trouve :

Séries du 11..	$p = 0,65$
Séries du 12.	$p = 0,84$
Moyenne.	$p = 0,745$

» En adoptant la valeur $p = 0,75$ et calculant les valeurs de a correspondantes, c'est-à-dire les valeurs que l'on obtiendrait pour t si la transparence de l'atmosphère était absolue, on trouve :

	Pour le 11.	Pour le 12.
1re série.	$0^{\circ},000.041.1$	$0^{\circ},000.053.3$
2e série.	$0,000.040.6$	$0,000.054.8$

» Ces résultats n'offrent pas des discordances bien considérables; mais l'écartement des deux valeurs $p = 0,65$ et $p = 0,84$, et surtout l'inégalité des résultats 52,1 et 37,2, obtenus le 20 novembre courant aux heures moyennes $12^h 15^m$ et $13^h 15^m$, montrent que la chaleur lunaire, à cause de ses rayons obscurs, est beaucoup plus impressionnable que la chaleur solaire aux variations de l'humidité de l'air et qu'il faut multiplier le nombre des séries. On est en droit, cependant, d'inférer de ce qui précède que sous un beau ciel, même avec un faible télescope de $0^m,20$ d'ouverture, il serait facile d'obtenir des notions très-intéressantes sur la nature physique de la surface lunaire. Un miroir d'un diamètre plus grand permettrait d'étudier isolément les diverses parties de la Lune et d'aborder les grosses planètes. J'espère y arriver sous le climat de Paris, mais en y mettant plus de temps. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *De la prétendue influence des marais souterrains sur le développement des fièvres intermittentes.* Note de **M. L. Colin.**

« Dans les pays non marécageux, au lieu de considérer les fièvres comme le résultat des émanations de la couche superficielle du sol, on a invoqué l'existence de marais souterrains.

» Nous ne croyons pas qu'on puisse comparer l'influence de nappes d'eau souterraines à celle des marais à ciel ouvert, qui doivent à l'action directe de la chaleur et de la lumière leurs conditions spéciales de végétation et d'émanations miasmatiques. En effet, dans ces pays où l'on a rap-

porté le développement de la fièvre à des marais souterrains, rien n'est plus nuisible, au moment des grandes chaleurs, qu'une pluie légère, fournissant les conditions d'humidité nécessaires à la production des émanations fébrigènes : évidemment le danger ne vient pas alors de la couche d'eau latente, à laquelle cette pluie n'ajoute rien. »

M. **Painvin** demande et obtient l'autorisation de retirer du Secrétariat trois Mémoires déposés par lui et relatifs à des questions de géométrie.

La séance est levée à 4 heures et demie. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 22 novembre 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

Société des sciences médicales de l'arrondissement de Gannat (Allier). Compte rendu des travaux de l'année 1868-1869, *présenté dans la séance du* 4 *août* 1869 *par* M. le Dr CHALLIER, Vice-Secrétaire, XXIIIe année. Gannat, 1869; in-8°.

Histoire de la création. Exposé scientifique des phases de développement du globe terrestre et de ses habitants; par M. BURMEISTER. Édition française, traduite de l'allemand d'après la huitième édition; par M. E. MAUPAS, revue par H. GIEBEL. Paris, 1870; 1 vol. grand in-8° avec figures. (Présenté par M. de Verneuil.)

Traité des substitutions et des équations algébriques; par M. C. JORDAN. *Première partie: Des congruences. Des substitutions. Des irrationnelles.* Paris, 1870; 1 vol. in-4°.

Expériences sur l'emploi des eaux dans les irrigations sous différents climats et sur la proportion des limons charriés par les cours d'eau; par M. HERVÉ-MANGON, 2e édition. Paris, 1869; grand in-8°.

Atti... *Actes de l'Université royale de Gênes, publiés par ordre et aux dépens de la municipalité,* t. I. *Épilogue de la Bryologie italienne; par* M. G. DE NOTARIS. Gênes, 1869; grand in-8°. (Adressé au concours Desmazières, 1870.)

Jornal... *Journal de sciences mathématiques, physiques et naturelles, publié*

sous les auspices de l'Académie royale des Sciences de Lisbonne, n° 7, août 1869. Lisbonne, 1869; in-8°.

Museu... *Musée national de Lisbonne, Section zoologique. Catalogue des collections ornithologiques*, juin 1869. Lisbonne, 1869; in-8°.

Bijdragen... *Matériaux pour servir à l'histoire de la zoologie, publiés par la Société* Natura artis magistra *d'Amsterdam*. Amsterdam, 1869; in-4°.

Verhandelingen... *Mémoires de l'Académie royale des Sciences d'Amsterdam, Section de littérature*, 4e partie. Amsterdam, 1869; in-4°.

Verslagen... *Communications de l'Académie royale des Sciences d'Amsterdam, Sciences naturelles*, 2e série, 3e partie. Amsterdam, 1869; in-8°.

Jaarboek... *Annuaire de l'Académie royale des Sciences d'Amsterdam pour l'année* 1868. Amsterdam, 1868; in-8°.

Processen... *Procès-verbaux des séances ordinaires de l'Académie royale des Sciences d'Amsterdam, de mai* 1868 *à avril* 1869. Amsterdam, 1869; br. in-8°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 29 novembre 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

Cours élémentaire de Mécanique théorique et appliquée; par M. Ch. DELAUNAY, Membre de l'Institut, septième édition. Paris, 1870; 1 vol. in-12.

Cours élémentaire d'Astronomie; par M. Ch. DELAUNAY, Membre de l'Institut, cinquième édition. Paris, 1870; 1 vol. in-12.

Zoologie et Paléontologie générales. Nouvelles recherches sur les animaux vertébrés dont on trouve les ossements enfouis dans le sol, etc.; par M. P. GERVAIS, 1re série, livraisons 12 et 13. Paris, 1869; in-4° texte et planches.

Notice sur la vie et les travaux de Jean-Baptiste Brasseur; *par* M. Alph. LE ROY. Rome, 1869; in-4°. (Extrait du *Bullettino di Bibliografia e di Storia*, t. II; juin 1869.) (Présenté par M. Chasles.)

Bullettino... *Bulletin de Bibliographie et d'Histoire des Sciences mathématiques et physiques;* publié par M. le prince BONCOMPAGNI, t. II, juin 1869. Rome, 1869; in-4°.

L'homme primitif; par M. L. FIGUIER, ouvrage illustré par MM. E. BAYARD et DELAHAYE. Paris, 1870; 1 vol. grand in-8°.

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 DÉCEMBRE 1869.

PRÉSIDENCE DE M. CLAUDE BERNARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIOLOGIE. — *Du rapport des variations de la température du corps humain avec les variations de quantité de quelques principes constituants du sang et de l'urine; par* **M. Andral.**

« Je me propose d'exposer dans cette Note les résultats de quelques recherches auxquelles je me suis livré naguère, dans le but de déterminer jusqu'à quel point la température prise à l'aisselle peut se trouver liée, dans ses variations, à la proportion de fibrine, d'albumine et de globules que le sang contient, et à la quantité d'urée qui est éliminée par les voies rénales (1).

» Relativement à la fibrine, on peut établir comme un fait général que, lorsque le sang en contient plus de 4 millièmes, la température s'élève.

» On peut établir comme un autre fait général, que le chiffre de la température et celui de la fibrine croissent en proportion directe l'un de l'autre : ainsi de toutes les maladies qui entraînent la production d'un excès de fibrine dans le sang, la pneumonie est celle où cet excès est le

---

(1) M. Gavarret a bien voulu m'aider jadis à recueillir bon nombre des observations qui ont servi de base à ce travail.

plus considérable : c'est aussi cette phlegmasie qui, entre toutes, produit le plus de chaleur. En effet, dans 85 cas de pneumonie, j'ai trouvé 13 fois seulement la température au-dessous de 39 degrés; 44 fois de 39 à 40 degrés; 26 fois de 40°,1 à 41 degrés; 2 fois à 41°,2. Dans la pleurésie aiguë, où j'ai toujours vu la quantité de fibrine moindre que dans la pneumonie, je n'ai vu que très-exceptionnellement la température dépasser 40 degrés, offrant pour maximum, dans un seul cas, 41 degrés; le plus ordinairement elle oscillait entre 39°,5 et 38°,5. Dans la bronchite capillaire aiguë, où le chiffre de la fibrine s'élève généralement encore moins haut que dans la pleurésie, je n'ai pas vu la température dépasser 39 degrés. Dans le rhumatisme articulaire aigu, qui est, après la pneumonie, l'inflammation qui fait monter le plus le chiffre de la fibrine, je n'ai jamais vu la température atteindre 41 degrés; le maximum que j'y ai rencontré a été de 40°,5; le plus souvent, elle se maintenait entre 40 et 39 degrés. Enfin, bien que, dans quelques cas de phthisie pulmonaire aiguë, la température puisse atteindre des chiffres très-élevés, et jusqu'à 40°,5, elle reste, dans les cas ordinaires de cette maladie parvenue à ce degré où il existe une fièvre continue, entre 38 degrés et 39°, 5, température plus basse, qui est en rapport avec le chiffre également plus bas de la fibrine, qui se maintient ici entre 4 et 5 millièmes.

» Cependant ce fait général a ses exceptions. Ainsi dans l'érysipèle, où le chiffre le plus considérable que j'ai trouvé en fibrine a été de 7 millièmes, j'ai vu la température s'élever jusqu'à 41°, 8. Dans d'autres cas d'érysipèle, elle était de 41°, 2, de 40°, 6 à 40 et de 40 degrés à 39 degrés. D'autres phlegmasies m'ont présenté de pareilles exceptions : ainsi 40 degrés de température avec 4 millièmes seulement de fibrine. Il y a toutefois des chiffres de fibrine très-élevés, que je n'ai rencontrés qu'à de certains degrés de température : tel est le chiffre 10, que je n'ai vu paraître que lorsque la température avait dépassé 40 degrés.

» Mais on peut se demander quelle espèce de rapport existe entre cet accroissement simultané de la chaleur et de la fibrine : est-ce un rapport de simple coïncidence? est-ce un rapport de causalité? A ces questions la réponse est facile, attendu qu'il y a une grande classe de maladies, les pyrexies, dans lesquelles la fibrine reste entre ses limites physiologiques, peut même descendre au-dessous, et où la température est aussi considérable et peut l'être plus que dans les phlegmasies que caractérise une augmentation de fibrine. C'est, en effet, dans ces pyrexies que j'ai trouvé les maxima de température, à savoir : 3 fois le chiffre 42 degrés, et 1 fois

le chiffre 42°,4. J'ai trouvé ce dernier chiffre dans un cas de fièvre typhoïde; celui de 42 dans une fièvre d'invasion de la variole, dans le stade de chaleur d'un accès de fièvre intermittente, et dans un cas de morve aiguë chez l'homme.

» La fibrine n'augmente pas non plus dans les fièvres éruptives, et cependant j'ai trouvé dans la fièvre d'invasion de la variole comme minimum de température 40 degrés, puis les chiffres 40°,5; 40°,9; 41°,42, c'est-à-dire des chiffres égaux ou supérieurs à ceux observés dans les maladies où il y a la plus grande augmentation de fibrine. Dans la fièvre d'invasion de la scarlatine, j'ai trouvé la température oscillant entre 40 et 41 degrés, et pendant l'éruption entre 39 degrés et 40°,7. Elle était moindre dans la rougeole, se maintenant dans la fièvre d'invasion entre 39 degrés et 37°,7, et pendant l'éruption entre 38 degrés (une seule fois) et 40°,5.

» De cet ensemble de faits il y a à conclure que l'augmentation de la fibrine et celle de la chaleur ne sont que deux faits qui, dans certaines maladies, se produisent ensemble, sans que l'un dépende de l'autre, et qu'il y a si peu entre ces deux faits un rapport de causalité, que l'accroissement de température est porté à son plus haut degré dans les états morbides, dont un des caractères est une tendance à la diminution de l'élément plastique du sang.

» Je vais maintenant examiner si la quantité des globules exerce quelque influence sur la température.

» Les faits qui vont être exposés montrent qu'une diminution, même très-considérable, du chiffre des globules ne fait pas descendre la température au-dessous de la limite inférieure de l'état physiologique; tantôt alors on la voit se rapprocher de cette limite inférieure, tantôt s'élever vers la supérieure, et la dépasser même un peu. Une femme, épuisée par des hémorragies abondantes liées à un cancer utérin, n'avait plus dans son sang que 21 parties de globules: chez elle, cependant, la temperature s'était maintenue à 37 degrés. Un homme, devenu profondément anémique à la suite d'un long traitement mercuriel, n'avait plus dans son sang que 87 globules: sa température était de 36°,7. Dans un cas de cachexie saturnine, où le chiffre des globules n'était plus que de 83, la température s'était élevée à 38 degrés. Un scorbutique, qui n'avait dans son sang que 44 globules, n'en avait pas moins 38 degrés de température.

» Dans la chlorose, les choses se passent de la même manière, et quelle que soit la diminution qu'y aient subie les globules, la température, pas plus que dans les autres anémies, ne s'abaisse au-dessous de l'état physiolo-

gique, se maintient le plus souvent dans les chiffres supérieurs de cet état, et parfois s'élève un peu au-dessus. Une chlorotique, chez laquelle les globules avaient subi une telle diminution qu'on n'en comptait plus que 38 grammes dans 1000 grammes de sang, avait pourtant conservé une chaleur de 37°,9. Le tableau suivant met en évidence ce qui vient d'être dit :

Chiffres de la température et des globules chez vingt chlorotiques.

Chiffres des globules.	Température.	Chiffres des globules.	Température.
	°		°
38	37,9	86	37,5
46	37,9	95	37,3
48	38,4	97	38,1
49	38,0	99	37,9
49	37,6	104	37,0
54	37,7	104	38,0
56	38,0	112	37,7
62	37,9	112	37,5
64	37,0	113	38,0
77	37,5	117	37,7

» Ainsi, chez ces vingt chlorotiques, le minimum de la température a été de 37 degrés, et il ne s'est rencontré que 2 fois; 3 autres fois la température est montée jusqu'à 37°,5; puis dans les 15 autres cas elle a varié entre 37°,6 et 38°,4, sans que, dans aucun d'eux, l'existence d'une lésion inflammatoire intercurrente expliquât ces chiffres élevés.

» Ces faits prouvent, au point de vue physiologique, que les globules rouges du sang peuvent varier beaucoup en quantité, sans que la chaleur animale s'en modifie, et au point de vue pathologique, ces maxima de la température normale et même ces commencements de température morbide chez un certain nombre de chlorotiques font comprendre ces sensations de chaleur incommode, comme fébrile, qu'éprouvent plusieurs d'entre elles, et justifient jusqu'à un certain point l'expression de *fièvre des chlorotiques*, employée par quelques nosographes.

» Lorsque l'albumine du sang, au lieu d'être employée tout entière à la nutrition, est en partie perdue pour celle-ci par la quantité de ce principe qui s'échappe avec l'urine, la théorie semblerait indiquer qu'il devrait se produire moins de chaleur, et quelques faits dont je vais rendre compte autoriseraient, s'ils étaient plus nombreux, à conclure qu'il en est réellement ainsi. En effet, sur 7 cas d'albuminurie où j'ai noté la température, il y en a eu 2 où j'ai trouvé cette température notablement abaissée au-dessous de sa normale, étant de 35°,1 et de 35°,3, dans 3 autres cas, la

température était à 36°,8 et 36°,5; enfin, dans 2 cas, il y avait élévation de température : 38 et 39 degrés. Mais dans le premier de ces 2 cas, l'albuminurie était compliquée d'une inflammation aiguë des glandes lymphatiques du cou, qui se termina par suppuration. Dans le second, la température fut prise au début de la maladie, qui, contre son ordinaire, avait signalé son apparition par les symptômes d'une néphrite aiguë, avec complication d'un érysipèle de la face. Ces deux faits n'étaient donc qu'en contradiction apparente avec les cinq autres, et l'élévation de la température y avait sa raison d'être.

» Du reste d'autres faits pathologiques, dont je vais parler, prouvent que ce n'est par sur-le-champ, et que c'est, au contraire, au bout d'un temps souvent assez long, que l'insuffisance des matières albuminoïdes fait diminuer la température d'une manière un peu notable. Ainsi, chez des convalescents qui viennent de subir une diète de plusieurs jours, on ne trouve pas la température aussi abaissée qu'on pourrait le supposer. Le chiffre le plus bas de la température que j'ai trouvé alors a été 36°,7; elle était, dans le plus grand nombre des cas, de 37 degrés, ou se tenait entre 37 degrés et 37°,5. Je me suis souvent étonné que la chaleur restât dans ses limites physiologiques chez des malades qui, atteints de cancer d'estomac, vomissaient journellement la plus grande partie du peu d'aliments qu'ils prenaient. Cependant il arrive un moment où la température, après s'être longtemps soutenue malgré l'absence presque complète de substances réparatrices, diminue tout à coup; je l'ai vue alors tomber en vingt-quatre heures de 37 à 35 degrés.

» Ces faits sont d'accord avec les résultats des expériences de Chossat, sur l'inanition. En effet, chez les animaux qu'il faisait mourir de faim, la température restait normale pendant longtemps, puis, deux ou trois jours avant la mort, elle subissait tout à coup une diminution considérable.

» On a souvent agité la question de savoir si, dans les maladies fébriles, l'urée contenue dans l'urine augmentait de quantité. Cette question est difficile à résoudre, si l'on veut prendre pour point de départ le chiffre normal de l'urée, car on ne le connaît encore que d'une manière très-incertaine. Le chiffre de 30 millièmes, donné autrefois par Berzélius, est évidemment trop haut; pour ma part, en résumant tout ce que j'ai vu et lu à cet égard, je serais disposé à le fixer entre 10 et 14 ou 15 grammes au plus pour 1000 grammes de liquide. Mais on ne peut prendre pour base de recherches un terrain encore si mal assuré. J'ai cru que j'obtiendrais des résultats plus nets en examinant comparativement la quantité d'urée chez

des malades dont la température était normale, et chez d'autres où elle était élevée (1).

» Dans 53 analyses d'urines appartenant aux malades de la première catégorie, je n'ai trouvé que 8 fois plus de 12 grammes d'urée, à savoir : 14, 17, 22 et jusqu'à 27 grammes dans 4 cas de maladies organiques du cœur, 19 grammes dans un cas de cancer d'estomac, et de 20 à 22 grammes dans 3 cas de cirrhose du foie.

» Dans les 45 autres cas provenant des maladies les plus diverses, qui n'avaient de commun que l'absence de fièvre, le maximum du chiffre de l'urée a été 12 grammes, et le minimum 4.

» Dans ces 53 analyses, l'urée a varié souvent, chez le même sujet, d'une manière considérable, à des intervalles très-rapprochés. Dans un cas de maladie du cœur, par exemple, sa quantité a été, à peu de jours de distance, représentée par des chiffres aussi disparates que 4, 8 et 22 grammes.

» Que si maintenant nous mettons en regard des faits précédents ceux relatifs aux malades qui avaient de la fièvre, nous trouverons chez eux une plus grande élévation du chiffre de l'urée, une plus grande constance de ce chiffre, et en général un rapport proportionnel entre la quantité d'urée et le degré de température. Dans ces affections, toutes pyrétiques, j'ai trouvé, comme maximum du chiffre de l'urée, 40 grammes : c'était dans un cas d'urticaire grave avec mouvement fébrile très-intense.

» Un des états morbides où la température s'élève le plus est la fièvre intermittente. Aussi dans 23 analyses provenant de malades atteints de cette fièvre, nous avons vu l'urine contenir 11 fois entre 32 et 20 grammes d'urée, 9 fois entre 20 et 16 grammes, et 2 fois seulement s'abaisser au-dessous de ce dernier chiffre, offrant une de ces deux fois 14 grammes, et dans l'autre 13 grammes.

» Dans la pneumonie, la quantité d'urée a oscillé entre 20 et 29 grammes, à l'exception d'un seul cas où il n'y en avait que 9 grammes. Mais dans ce dernier cas, il était question d'une pneumonie disséminée dans un petit nombre de lobules pulmonaires avec un mouvement fébrile très-léger.

» La pleurésie, qui élève généralement moins la température que la pneumonie, nous a donné aussi une moins grande quantité d'urée. Son

---

(1) Dans ces analyses, où M. Favre, aujourd'hui Correspondant de l'Académie, m'a prêté son habile concours, c'est dans l'urine des vingt-quatre heures qu'on a toujours cherché l'urée. Les chiffres que j'en donne représentent ce qu'il y avait d'urée pour 1000 grammes d'urine.

maximum n'a été, en effet, que de 18 grammes; puis venaient les chiffres 15 et 14 grammes.

» Dans le rhumatisme articulaire aigu, nous avons pu constater plus d'une fois à quel point les exacerbations et les rémissions de la fièvre exerçaient une influence manifeste sur la quantité d'urée produite. Chez les mêmes sujets, lorsque la fièvre augmentait, il y avait en même temps augmentation de l'urée, dont on trouvait alors 31, 27, 20, 19, 18 grammes. Lorsque la fièvre devenait moindre, on ne trouvait plus que 16, 15, 14 grammes d'urée. Lorsque la fièvre avait définitivement cessé, le chiffre de l'urée descendait de 14 à 8 grammes; et lorsqu'enfin, après six semaines ou deux mois, les malades, affaiblis par une diète prolongée, par les émissions sanguines et par les douleurs, revenaient lentement à la santé, l'urée, diminuant encore, pouvait s'abaisser jusqu'aux chiffres de 6, 5, 4 et même 3 grammes.

» Je regrette de n'avoir à présenter pour la fièvre typhoïde que 3 analyses d'urine provenant d'un même malade; elles ont toutefois leur importance, en ce qu'on voit encore ici l'urée augmenter avec la température, et diminuer avec elle. Dans la première analyse en effet qui fut faite, alors que la température était de 40 degrés, on trouva dans l'urine 28 grammes d'urée. Dans les deux autres faites au déclin de la maladie, lorsque la température n'était plus que de 38°,5, il n'y avait plus en urée que 13 et 12 grammes,. Ce fait me paraît assez net pour que je me croie autorisé, d'après lui seul, à ne pas accepter l'opinion de quelques auteurs, qui pensent que, dans la fièvre typhoïde, l'urée, au lieu de s'accroître, diminue. Il ne faut pas oublier d'ailleurs que la diète agit sur l'urée en sens inverse de la fièvre; il peut donc arriver que, dans des fièvres qui ont duré longtemps l'urée, sans cesser d'être considérable, le devienne moins, l'élévation de la température restant cependant la même.

» Je ne possède pour les fièvres éruptives qu'une seule analyse d'urine, confirmative de tout ce qui vient d'être dit. L'urine, en effet, contenait 30 grammes d'urée le deuxième jour d'une fièvre d'invasion de la variole.

» La fièvre des phthisiques, qui, ainsi que je l'ai dit plus haut, offre une température généralement inférieure à celle des inflammations aiguës et des pyrexies, donne lieu aussi à une moins grande augmentation d'urée. Le chiffre le plus considérable de ce principe que j'ai trouvé en cas pareil a été 14 grammes; il était le plus souvent de 12 à 8 grammes, et chez quelques phthisiques, arrivés au dernier degré du marasme, il s'était abaissé, malgré la fièvre, et par une remarquable exception, jusqu'à 6 et même 4 grammes. L'affaiblissement radical de la constitution, l'insuffisance prolongée de l'ali-

mentation, les pertes journalières qui ont lieu par l'expectoration, les sueurs et la diarrhée, peuvent expliquer comment, seule de toutes les maladies fébriles, la tuberculation pulmonaire peut élever la température sans augmenter toujours l'urée, et peut même ne pas empêcher sa diminution.

» Il serait plus difficile d'expliquer ces cas inverses dont j'ai cité plus haut des exemples, dans lesquels, la température restant normale, l'urée s'élève accidentellement aux chiffres qu'elle atteint dans l'état fébrile. Les affections les plus diverses peuvent présenter cette anomalie, qui ne dépend pas d'elles, mais de quelque disposition individuelle des malades. Il y a toutefois un état morbide, la cirrhose du foie, dans lequel, les trois seules fois où j'y ai cherché l'urée, je l'ai trouvée augmentée. Si donc des observations plus nombreuses confirmaient ce résultat, il faudrait en conclure que, contrairement aux autres maladies apyrétiques, la cirrhose du foie accroît la sécrétion de l'urée, non plus accidentellement, mais par sa nature. Si cette exception existe, quelle en est la cause? Peut-on supposer que les matières azotées de la bile, qui ne peuvent plus sortir du sang par le tissu du foie altéré, trouvent une voie supplémentaire d'élimination dans les reins, à l'inverse de ce qui a lieu, lorsque M. Cl. Bernard, supprimant, à l'instar de M. Dumas, la sécrétion rénale, trouve une quantité insolite de matières fortement azotées déposées à l'intérieur des voies digestives? »

PHYSIOLOGIE. — *Remarques sur la Communication de* M. Andral; *par* **M. Bouillaud.**

« C'est une bonne fortune pour l'Académie qu'une lecture de M. Andral. Cette lecture porte, d'ailleurs, sur des sujets d'un vif intérêt, et sur lesquels la science médicale n'a pas encore dit son dernier mot. Comme parmi ces sujets il en est qui, depuis de longues années, ont appelé chaque jour mon attention, je prie l'Académie de me permettre de lui exposer quelques-unes de mes principales recherches à leur égard. Pour ne pas abuser des moments si précieux de l'Académie, je ne m'occuperai pas de toutes les questions traitées par notre éminent confrère, mais seulement : 1° de l'application de la méthode thermométrique à la détermination de la chaleur de l'homme sain et malade; 2° des rapports entre l'augmentation de cette chaleur et l'augmentation de la fibrine du sang dans certaines maladies; 3° de la théorie ou de l'explication de cette augmentation dans les inflammations ou phlegmasies, *simples*, *pures* (*spuriæ*), franches ou légi-

times, selon le langage des anciennes écoles, et de son absence dans l'état typhoïde, *septique* ou *putride* du sang, soit primitif, soit secondaire; 4° des rapports de la température du corps avec l'*anémie* et la *chloro-anémie*.

» I. L'étude clinique de la température du corps humain au moyen du thermomètre n'est pas aujourd'hui chose nouvelle, mais elle ne remonte pas néanmoins à une époque bien éloignée. Je me souviens, en effet, qu'aux premiers temps où je commençai mon enseignement clinique (1832), non-seulement la méthode thermométrique n'était pas usitée, mais qu'on avait écrit dans un ouvrage classique de pathologie générale, que *le thermomètre ne donnerait au médecin qu'une idée imparfaite de la chaleur morbide*. C'était là, il faut l'avouer, une assertion singulière et en même temps bien gratuite, car il suffit d'avoir appliqué un certain nombre de fois l'instrument indiqué sur le corps des malades, pour être bien convaincu du contraire. Quant à moi, c'est précisément pour apprécier, d'une manière plus exacte, la température du corps à l'état normal et anormal que, dès les premières années de mon cours de clinique médicale, j'eus recours à l'emploi du thermomètre, et que j'ai continué cet emploi pendant plus de trente années consécutives (1).

» Les résultats de mes longues recherches concordent parfaitement avec ceux dont M. Andral vient d'entretenir l'Académie. Elles démontrent que, prise sous l'aisselle, la température de l'homme est de 37 à $37\frac{1}{2}$ degrés, à l'état normal, et qu'elle s'élève de 5 à 6 degrés au-dessus de ce chiffre, à l'état anormal. Pour ma part, du moins, le chiffre le plus élevé que j'aie constaté est celui de 43 degrés; mais je ne voudrais pas affirmer que, dans certains cas rares, exceptionnels, ce chiffre ne puisse pas être un peu dépassé.

» Quoi qu'il en soit, les maladies dans lesquelles l'augmentation de la température constitue un phénomène constant et fondamental, en ont tiré leur nom : ce sont les *inflammations* ou *phlegmasies*, ou bien encore les *fièvres*, les *pyrexies*. Toutefois, dans ces derniers temps, M. Andral a désigné sous le nom de *pyrexies*, une classe de maladies, les anciennes fièvres dites *essentielles* particulièrement, qu'il a distinguées de la classe des phleg-

---

(1) « Pour apporter dans la détermination de la température la même précision que dans celle de plusieurs autres objets de l'observation médicale, nous avons souvent eu recours au thermomètre ... Pour la *rigoureuse* appréciation de la chaleur morbide, cet instrument est incomparablement plus fidèle que la main. » (*Voir* le tome Ier, p. 293 et 294, de notre *Clinique médicale de la Charité*; 1837.)

masies. Sans discuter ici cette distinction, nous en tiendrons compte, comme on va le voir, dans le cours de nos considérations sur les rapports entre l'augmentation de la température et celle de la fibrine du sang.

» Notons ici que ces mots d'*inflammation*, de *phlogose*, de *phlegmasie*, n'ont été dans l'origine, et plus tard encore, employés que dans un sens *métaphorique* ou *figuré*. Or, il est aujourd'hui permis de s'en servir au sens *propre*, puisque l'augmentation de la température dans les phlegmasies, soit locales, soit générales, ou du moins généralisées, se rattache essentiellement à un *excès* de ce travail de combustion qui, à l'état normal, préside à la production de la chaleur animale, et dont Lavoisier et ses successeurs nous ont fait connaître les diverses conditions fondamentales.

» Dans la fièvre continue dite *inflammatoire*, le système sanguin (sang et appareil circulatoire compris), qu'elle soit *primitive* ou *secondaire*, est, de toute évidence, le foyer du mal, et, comme ce système est *général*, l'augmentation de la température est également générale. Eh bien! comme l'a dit M. Andral, il est deux grandes phlegmasies franches, la pneumonie et le rhumatisme articulaire à l'état aigu, qui peuvent servir de types à celles dans lesquelles on rencontre, en même temps qu'une augmentation de température de 3, 4 et 5 degrés, une augmentation du chiffre normal de la fibrine du sang, laquelle de 3 à 4 peut monter à 7, 8, 9 et même 10.

» II. Cela bien établi, notre savant confrère examine ensuite s'il existe un rapport direct, constant, nécessaire entre l'augmentation du chiffre de la température et l'augmentation de celui de la fibrine du sang. Il conclut par la négative. C'est, en effet, dans ce qu'il appelle les *pyrexies* (fièvre typhoïde, rougeole, scarlatine, variole, etc.), qu'il a constaté le maximum du chiffre de la température, sans augmentation de celui de la fibrine.

» Nous aussi, c'est dans les maladies indiquées par M. Andral, que nous avons rencontré notre maximum de température (43 degrés), sans augmentation du chiffre de la fibrine du sang, lequel nous avons d'ailleurs, sous plusieurs autres rapports, trouvé essentiellement différent de celui des phlegmasies *franches*, *légitimes*, dégagées de toute complication, et particulièrement d'une complication *septique* ou *putride*. Nous savons tous aussi que cette différence dans le chiffre de la fibrine constitue un des principaux arguments sur lesquels repose la distinction entre les *phlegmasies* et les *pyrexies*, établie par M. Andral. Nous essayerons tout à l'heure de déterminer la raison fondamentale de cette différence.

» III. Ainsi donc, il est des maladies *fébriles*, avec augmentation de la chaleur ou de la température normale du corps, l'un des caractères essen-

tiels de l'état fébrile, considéré en lui-même, et dans lesquelles le chiffre de la fibrine normale peut être plus ou moins considérablement augmenté, ou bien rester le même. Certes, ce n'est pas un objet d'une médiocre curiosité et d'une médiocre importance, que de rechercher la cause d'une telle différence. Le beau travail de M. Andral ne contient pas la solution de ce problème de clinique médicale. Je vais dire à l'Académie celle que depuis bien des années j'ai proposée (1).

» Je ferai d'abord remarquer que l'augmentation du chiffre de la fibrine du sang dans les inflammations ou phlegmasies *franches*, pures de tout élément étranger, notamment de tout élément septique ou putride, coïncide constamment avec une importante particularité du sang tiré des veines des sujets atteints de ces phlegmasies, savoir : la présence de cette production nouvelle ou accidentelle, connue sous le nom de couenne *inflammatoire*. Cette antique expression, que j'ai cru devoir remplacer par celle de *pseudomembrane* du sang, parce qu'en effet la production dont il s'agit offre la plus grande anologie, pour ne pas dire plus, avec les pseudomembranes auxquelles donne naissance la forme de phlegmasie des membranes séreuses ou du tissu cellulaire désignée par Hunter sous le nom d'*adhésive;* cette vieille expression, dis-je, de couenne *inflammatoire* du sang montre assez clairement que nos anciens maîtres avaient bien reconnu l'étroit rapport de cause à effet qui existe entre cette couenne et l'état ou *processus* inflammatoire. Pour moi, depuis quarante ans au moins, des milliers de faits, sans nulle exagération, m'ont démontré la réalité de ce rapport. Les exceptions, c'est-à-dire les cas dans lesquels on pourrait trouver une absence complète de véritable couenne inflammatoire chez des sujets atteints d'un fièvre inflammatoire bien caractérisée, d'une durée et d'une intensité suffisantes, sont de celles *qui confirment la règle au lieu de la détruire*.

» En second lieu, je ferai remarquer aussi que tel est le rapport ou la *loi* entre la production de la véritable couenne inflammatoire, ou pseudomembrane du sang, et l'augmentation de la fibrine de ce liquide, que, l'existence de l'une étant donnée, on peut affirmer l'existence de l'autre. Nous avons consacré une année entière de clinique aux recherches spéciales, propres à la démonstration rigoureuse de la loi dont il s'agit. L'augmentation de la fibrine du sang et la pseudomembrane de ce liquide ne sont donc en quelque sorte qu'une égale conséquence d'un seul et même pro-

(1) Je l'ai consignée assez longuement dans la Notice de mes titres, adressée à l'Académie, à l'époque où j'eus l'honneur de me présenter à ses suffrages.

cessus morbide, le processus ou élément inflammatoire à son état le plus pur.

» N'oublions pas d'ajouter que l'élément organique, je ne dis pas unique, mais principal, de la couenne inflammatoire ou pseudomembrane du sang, comme aussi des autres pseudomembranes, est précisément de la fibrine.

» Tout cela, bien entendu, sans préjudice de bon nombre d'autres considérations qu'il serait trop long d'exposer ici, il me sembla que l'on était suffisamment autorisé : 1° à rattacher l'augmentation de la fibrine du sang, dans la fièvre franchement inflammatoire, à la présence d'une pseudomembrane en majeure partie *fibrineuse*, formée par la membrane séreuse de l'appareil circulatoire sanguin, et qui se mêlerait à la masse du sang; 2° et à considérer comme une portion de cette pseudomembrane la couenne dite *inflammatoire*, qui se dépose sur le sang retiré des veines des sujets atteints de l'espèce de fièvre signalée tout à l'heure. *Sous ce rapport,* on pourrait donc donner le nom de *fibrinigène* au *processus* qui, ayant pour siége la membrane interne de l'appareil vasculaire sanguin, produit une augmentation de la fibrine du sang par le mécanisme que nous venons d'indiquer. C'est par une opération du même genre que s'engendre cette matière *adhésive* ou pseudomembraneuse, provenant d'une forme phlegmasique, à laquelle Hunter a donné le nom spécial d'*adhésive*, pour la distinguer d'autres formes inflammatoires, admises par lui, et que nous pouvons nous dispenser de mentionner ici. Mais, quel que soit le nom qu'on lui impose, il y a nécessairement, non pas une simple *analogie*, mais une identité de *fond* réelle, entre le processus morbide générateur de la pseudomembrane du sang, dont l'augmentation de la fibrine dans le sang n'est en quelque sorte qu'une *expression*, une conséquence; il y a, dis-je, une identité de fond entre ce *processus* et la forme de phlegmasie désignée sous le nom d'*adhésive*, de sorte qu'on peut avancer que ce processus n'est lui-même autre chose qu'une *phlogose adhésive* de la membrane séreuse, qui tapisse l'intérieur de l'appareil circulatoire sanguin.

» Ce n'est pas, au reste, d'hier seulement qu'on avait entrevu le rapprochement sur lequel nous insistons en ce moment. En effet, à la fin du dernier siècle et au commencement de celui-ci, des médecins, dont le nom fait autorité, sont assez nombreux qui ont rattaché la fièvre inflammatoire à une phlegmasie de l'appareil vasculaire sanguin, mais sans avoir pu faire triompher complétement leur doctrine. Nous-même, s'il nous est permis de nous citer après ces auteurs, nous avions vainement consacré de longues années de recherches cliniques à la démonstration de cette doctrine, lorsque de

nouvelles recherches nous firent découvrir la remarquable *coïncidence*, qui existe entre le rhumatisme articulaire aigu et les vraies phlegmasies du cœur et du reste de l'appareil circulatoire sanguin. Ces phlegmasies étaient réellement pour cet appareil la même chose que l'affection dite *rhumatisme* pour l'appareil articulaire. Or, si les phénomènes dont l'appareil articulaire était le siége, représentaient une sorte de *fièvre inflammatoire locale*, dont la cause essentielle et certaine n'était autre qu'une phlegmasie des éléments constituants des articulations, et surtout de la membrane synoviale qui les tapisse, les phénomènes dont le système circulatoire était, de son côté, le siége, n'étaient aussi que la représentation la plus évidente de cette fièvre *générale* connue sous le nom de *fièvre inflammatoire* et la cause essentielle, certaine de cette fièvre n'était elle-même autre chose que la phlogose ou la phlegmasie des éléments constituants de l'appareil circulatoire, et surtout de la membrane séreuse ou interne. Pour nier une telle conséquence, il ne fallait rien moins que nier, comme l'ont fait quelques-uns, le génie ou le caractère inflammatoire, et de l'affection rhumatismale articulaire, et de l'affection rhumatismale de l'appareil sanguin. Mais, en conscience, soutenir encore aujourd'hui une telle doctrine, ne serait-ce pas nier la lumière et l'évidence?

» En effet, les sujets affectés offraient, comme nous venons de le dire, les symptômes les plus caractéristiques, j'ai presque dit les plus éclatants de cette fièvre continue, décrite sous le nom de *fièvre inflammatoire;* en effet, chez ces mêmes sujets, on rencontrait, à leur maximum de développement, et la couenne dite *inflammatoire* (pseudomembrane du sang), et l'augmentation de la fibrine du sang; en effet, chez ceux qui succombaient, on constatait, par tous les procédés d'exploration, sans en excepter le procédé microscopique, les lésions les plus certaines, les plus pathognomoniques d'un processus inflammatoire antérieur; en effet, les sujets chez lesquels la maladie se prolongeait, et, comme on le dit, passait à l'état chronique, présentaient, soit dans l'appareil articulaire, soit dans l'appareil circulatoire, divers processus ou états morbides qui, quelque différents qu'ils fussent du processus primitif, se ralliaient à lui comme suites, effets ou conséquences, processus sur lesquels des recherches microscopiques modernes nous ont fourni tant de lumières nouvelles; en effet, qu'il me soit permis de l'ajouter, sans offenser personne, les sujets affectés de ce rhumatisme, soit *extérieur*, soit *intérieur*, j'en appelle à plus de trente ans d'une expérience personnelle, et à celle de tous les praticiens éclairés et impartiaux, ne guérissent réellement et complétement que par la méthode

antiphlogistique, appliquée dans une juste mesure, et conformément à toutes les règles, si nombreuses, qui doivent présider à cette méthode, si difficile d'ailleurs à bien manier. Or, *naturam morborum ostendunt curationes.*

» Voici donc maintenant les conclusions naturelles ou les corollaires de notre discussion :

» 1° L'*excès* de fibrine du sang dans l'état ou *processus* inflammatoire pur, longtemps connu sous le nom de *fièvre inflammatoire,* provient d'un *secretum anormal* ou *néoplasme* de la membrane interne de l'appareil sanguin. Ce néoplasme est l'analogue de celui qui se produit à la surface d'une membrane séreuse enflammée, à ce degré, ou selon ce *mode*, que Hunter a désigné sous le nom d'inflammation *adhésive.*

» 2° C'est une portion de ce néoplasme ou de ce secretum pseudomembraneux, qui se dépose à la surface du caillot du sang des saignées pratiquées dans le cas dont il a été question, *néomembrane* à laquelle on a donné le nom de *couenne inflammatoire,* et dont le principal élément constituant est de la fibrine.

» 3° Une phlegmasie, plus ou moins généralisée de la membrane interne de l'appareil sanguin, et de la forme dite *adhésive*, est une des conditions fondamentales de la production de l'excès de fibrine et de la pseudomembrane ou couenne du sang dans la fièvre dite *inflammatoire.*

» IV. Passons maintenant, et aussi rapidement que possible, à la non-augmentation du chiffre de la fibrine dans les maladies aiguës, auxquelles M. Andral a donné le nom de *pyrexies.* A cette classe, notre savant confrère rapporte ces fièvres *essentielles*, sur lesquelles on a tant disputé, sur lesquelles on disputera sans doute longtemps encore, et aussi ces autres fièvres dont chacune reconnaît pour cause un miasme, un contagium *spécifique* (variole, rougeole, scarlatine, morve aiguë, etc.).

» Laissons de côté ces dernières, et ne nous occupons que de cette pyrexie à laquelle on donne le nom de fièvre *typhoïde* en raison de sa ressemblance avec le *typhus* proprement dit, et dont un état septique ou putride du sang constitue indubitablement le caractère distinctif le plus essentiel. Ce caractère ou élément se rencontre également dans la pyrexie appelée aujourd'hui fièvre *typhoïde*, et c'est pour cela que les anciens lui avaient donné le nom de fièvre *putride.* Or, cet élément ou *processus* est diamétralement opposé au processus inflammatoire, selon le *mode* que nous avons étudié tout à l'heure, et les différences les plus tranchées existent entre le caillot du sang *inflammatoire* et le caillot du sang *typhoïde.* Nous les avons si souvent observées et décrites pour notre part, que nous pou-

vons bien nous abstenir de les exposer encore en ce moment. Rappelons seulement que sur le caillot mou, quelquefois diffluent, du sang typhoïde, la couenne dite *inflammatoire* fait entièrement défaut, ou, si elle existe, elle se réduit à une pellicule mince, fragile, imbibée de sérosité, et se déchirant au moindre contact; tandis que la véritable couenne inflammatoire est épaisse, ferme, résistante, et supporte, sans se rompre, le poids du caillot sur lequel elle s'est formée.

» Connaissant le rapport qui existe entre la formation de la couenne ou pseudomembrane du sang et l'excès de fibrine, dans le processus inflammatoire, nous ne sommes pas surpris de voir que, dans le processus putride, septique, typhoïde, où cette pseudomembrane manque, l'excès de fibrine fait également défaut. Les processus ou éléments septique et inflammatoire pur, vrai, essentiellement opposés entre eux, comme nous venons de le dire plus haut, le sont donc spécialement sous le point de vue de la présence d'un excès de fibrine dans le sang, et de la déposition d'une couenne ou d'une pseudomembrane à la surface du caillot de ce liquide. Et, certes, il devait bien en être ainsi, puisque, dans des conditions données, le processus, auquel se rattachent comme effets ces deux importants phénomènes, engendre des produits susceptibles de vivre et de s'organiser, tandis que le processus putride ou septique, au contraire, est la mort même des parties vivantes, quelles qu'elles soient, sur lesquelles il exerce sa fatale puissance.

» V. Quelques mots maintenant sur les rapports entre les degrés de la chaleur du corps et ces états généraux ou constitutionnels connus sous les noms d'*anémie* et de *chloro-anémie*, états si communs, si fréquents, bien qu'ils aient été, jusqu'à notre époque médicale actuelle, sinon entièrement ignorés, du moins très-imparfaitement étudiés. Les recherches thermométriques multipliées que j'ai faites chez les innombrables sujets atteints de ces états, observés par moi journellement depuis plus de trente ans, m'ont fourni des résultats pleinement conformes à ceux obtenus par M. Andral. A l'état normal, la température des anémiques et des chloro-anémiques, dans les degrés les plus ordinaires, ne diffère pas notablement de celle des sujets bien portants (37 à 37 $\frac{1}{2}$ degrés). Comme chez ceux-ci, dans les maladies fébriles, inflammatoires, je l'ai vue s'élever à 39, 40, 41, 42, 43 degrés.

» On sait, d'ailleurs, qu'en l'absence de toute maladie fébrile, les sujets anémiques et chloro-anémiques, généralement très-nerveux, éprouvent souvent des excès de chaleur momentanés, soit de tout le corps, soit de

certaines parties du corps seulement, du visage en particulier; mais j'avoue n'avoir point encore entrepris, sur ces variations de température, des recherches thermométriques dignes d'être présentées à l'Académie. »

« M. **Becquerel** rappelle à l'Académie, à l'occasion de la Communication qui vient d'être faite par M. Andral, qu'il y a plus de trente ans, il a fait connaître un procédé plus direct que le procédé employé ordinairement, à l'aide duquel on détermine, avec une grande précision, la température des parties intérieures des corps vivants, à l'état normal et à l'état pathologique, sans produire de lésions sensibles ni d'émission de sang. Ce procédé consiste à introduire dans ces parties une aiguille ou une sonde thermo-électrique. Aidé de M. Breschet, entre autres résultats obtenus, il mentionne les suivants:

1° Température du muscle brachial d'un jeune homme.............	36°,83
» du tissu cellulaire adjacent.....................	35,45
En contractant le bras, augmentation de température du muscle....	0,50
2° Température du muscle biceps droit dans une entérite compliquée de bronchite..	39,50
3° Dans une tumeur enflammée..................................	40,00
4° Dans une tumeur purulente, aucun changement de température.	

» Ce procédé permet d'observer les moindres changements de température dans l'organisme par une cause quelconque. »

ASTRONOMIE. — *Remarques sur des Lettres de* M. B.-A. Gould *et de* M. L. Respighi, *relativement à la physique solaire; par* M. **Faye**.

« L'Académie sait déjà, par diverses Communications, que les astronomes et les photographes des États-Unis ont observé l'éclipse totale de cette année avec un zèle et un succès auxquels nous avons tous applaudi. M. Gould a bien voulu m'adresser, à ce sujet, une Lettre dont je demande la permission de présenter ici quelques extraits :

« Cambridge, 10 novembre.

« J'ai déjà envoyé en France le numéro du *Journal of the Franklin* » *Institute of Philadelphia*, où j'ai exposé mes vues sur les saillies irrégu- » lières que l'on voit autour du Soleil dans nos photographies, à l'époque » de la totalité, mais qui ont échappé à l'observation directe à cause de » l'éclat supérieur de l'auréole. Pour moi, ces excroissances ne sont pas » autre chose que l'enveloppe lumineuse, à laquelle MM. Janssen et Loc- » kyer ont rattaché les protubérances, et que le dernier a nommée *chro-*

» *mosphère*. Depuis l'époque où j'émettais cette idée, j'ai examiné avec » plus de soin vos Mémoires sur la constitution physique du Soleil ainsi » que les objections de M. Kirchhoff et des astronomes anglais. Mes » propres études de la matière m'ont donné la conviction que, malgré les » difficultés de détail, votre théorie est au fond la seule qui puisse être » aujourd'hui maintenue, et c'est ce que je me propose de démontrer ce » soir même, dans une Assemblée de l'Académie américaine, à Boston, à » l'occasion d'un travail sur divers points de physique solaire.

» Actuellement encore je ne trouve aucune raison de penser que la chro- » mosphère soit autre chose que l'atmosphère générale du Soleil, c'est-à- » dire cette partie de la masse gazeuse qui échappe, par sa situation hors » de la photosphère, aux phénomènes de condensation et par suite d'in- » candescence générale. Votre théorie s'accommode très-bien de la prédo- » minance de l'hydrogène dans cette région, puisque cet élément doit être » le plus léger de tous ceux qui constituent la masse solaire; mais, malgré » vos arguments tirés de l'absence de réfraction mesurable à la surface du » Soleil, je suis conduit à attribuer à l'enveloppe hydrogénée une hauteur » considérable. A la vérité les mesures du professeur Mayer, exécutées » sur une série de photographies de l'éclipse (station de Burlington), ne » donnent pas plus de 2′ 16″ pour cette hauteur; mais une autre série d'é- » preuves obtenues par la mission du *Coast survey* dans des conditions » bien différentes (durée d'exposition prolongée jusqu'à 40 ou 45 secon- » des), on aperçoit des traces de cette atmosphère, qui s'étendent jusqu'à » une hauteur de 7 minutes. Et il n'y a pas moyen de confondre ces im- » pressions avec celles de l'auréole, car l'auréole se trouve représentée sur » nos photographies à longue exposition, avec les mêmes contours, à peu » près, que sur les clichés obtenus plus rapidement dans l'expédition or- » ganisée par l'Administration du *Nautical Almanach*.

» Pour justifier votre opinion sur le peu de hauteur de l'atmosphère du » Soleil, vous invoquez la faible distance périhélie de la comète de 1843. » Il est bien vrai que la branche ascendante de la trajectoire actuellement » parcourue par cette comète répond à une distance périhélie de 3 ou 4 mi- » nutes, mais avant d'être en droit d'affirmer que la comète n'a rencon- » tré aucune résistance autour du Soleil, il faudrait pouvoir établir que la » branche descendante de l'orbite appartenait à la même parabole, et avait » même distance périhélie, difficulté que les observations ne permettraient » pas de lever.

» L'abondance de rayons purement photogéniques dans l'hydrogène » incandescent me semble confirmer l'idée que nos photographies nous » reproduisent tout autre chose que l'auréole brillante visible à l'œil nu ; » ce qu'elles nous montrent, c'est une atmosphère tout à fait distincte de » cette auréole »

» La distinction que vient d'indiquer M. Gould me semble être d'une importance capitale; elle attirera certainement l'attention des astronomes italiens, qui préparent actuellement une grande expédition en Sicile pour observer l'éclipse totale de l'année prochaine. Quant à l'objection de mon savant ami sur la distance périhélie de la grande comète de 1843, je désire faire la remarque suivante. Si la comète de 1843 avait pénétré dans l'atmosphère solaire avec l'effroyable vitesse dont elle était animée à son périhélie, elle n'aurait pas seulement subi une petite altération dans la forme de son orbite; elle se serait comportée comme les étoiles filantes ou les bolides qui pénètrent dans notre propre atmosphère avec une vitesse cométaire, et par conséquent nous ne l'aurions pas vue décrire la seconde branche de sa trajectoire. Mais il doit être bien entendu qu'en déduisant de là que la hauteur de l'atmosphère ou de la chromosphère du Soleil ne saurait atteindre la distance périhélie de cette comète, c'est-à-dire 3 ou 4 minutes, j'entends parler des couches sensiblement résistantes et réfringentes, et non des couches beaucoup plus rares qui pourraient encore être le siége de quelques manifestations lumineuses ou d'actions photogéniques très-faibles.

» Le savant éditeur du très-regretté *Astronomical Journal*, qui a tant contribué à faire connaître au vieux monde les travaux scientifiques du nouveau, a bien raison de faire des réserves quant aux détails secondaires de la théorie que j'ai ébauchée sur la constitution physique du Soleil. Je vais justement corriger un de ces détails, en m'appuyant sur une Lettre que M. L. Respighi, Directeur de l'Observatoire du Forum, à Rome, m'a fait l'honneur de m'adresser ces jours-ci. Les dessins antérieurs des éclipses totales m'avaient donné à penser que les protubérances lumineuses étaient indifféremment réparties sur tout le contour du disque solaire, aussi bien aux pôles qu'à l'équateur. J'en concluais qu'elles n'étaient pas en relation immédiate avec les taches et surtout pas en relation de position, puisque celles-ci sont toujours confinées dans deux zones parallèles à l'équateur, et ne dépassent presque jamais ± 40 degrés de latitude. Cet argument m'a servi plusieurs fois contre ceux qui voulaient expliquer les taches par l'interposition de prétendus nuages solaires. Je puis rectifier aujourd'hui ce qui

était resté inexact dans ces vues, grâce aux récents travaux de M. Respighi, qui s'est attaché à suivre et à dessiner jour par jour les protubérances sur tout le contour du disque solaire, de manière à mettre leur véritable distribution en évidence. Il suffit de jeter les yeux sur les remarquables dessins que je soumets de sa part à l'examen de l'Académie pour constater que les protubérances se montrent bien partout, même aux pôles, comme je l'avais cru d'abord, mais avec cette différence capitale (elle ne pouvait être révélée que par les nouveaux procédés de la spectroscopie), qu'elles ne se présentent aux pôles qu'exceptionnellement. D'ordinaire elles n'en approchent pas à plus d'une quinzaine de degrés. Cela suffit pour montrer que les protubérances sont en relation, comme les taches, mais à un degré différent, avec la rotation et les mouvements internes de la masse solaire. Personne n'oserait aujourd'hui attribuer les taches à la simple interposition de nuages solaires; mais, au lieu de ces hypothèses de pure imagination contre lesquelles je m'élevais à l'aide de faits péniblement recueillis à de longs intervalles, n'est-il pas intéressant de voir les faits décisifs s'accumuler de jour en jour, et prendre rapidement un caractère de grandeur et de liaison mutuelle qui doit nous donner l'espoir d'en compléter bientôt la théorie? Je m'empresse de consigner ici les conclusions qu'en tire M. Respighi lui-même.

« Rome, le 21 novembre.

« ... Les observations que j'ai faites jusqu'ici par cette méthode ne suffisent pas sans doute pour établir la nature, le caractère et les lois de ces » phénomènes, mais j'ose espérer que nous y parviendrons en suivant » cette voie et en accumulant de nouveaux matériaux. Les observations » que je vous envoie (du 26 octobre au 19 novembre) me paraissent » prouver déjà : 1° que dans le voisinage des pôles du Soleil les protubé» rances manquent presque constamment; 2° qu'elles sont en relation » étroite avec les facules et les taches; 3° que les voiles ou ombres fai» bles qui apparaissent plus ou moins constamment sur la photosphère » sont dues à l'interposition de la matière des éruptions; 4° que ces jets » ou éruptions peuvent se maintenir en activité pendant beaucoup de » journées successives; 5° que l'explication que vous avez donnée des pro» tubérances noires est non-seulement probable, mais certaine. »

» Si les taches cessent de se produire dans deux vastes calottes sphériques comprenant 50 degrés d'amplitude tout autour de chaque pôle, tandis que les protubérances s'y montrent si fréquemment, sauf dans le voi-

sinage immédiat de ces mêmes pôles (Respighi) ; si les taches situées vers 10 ou 15 degrés de latitude peuvent durer des mois entiers, tandis qu'elles durent à peine deux ou trois jours quand par exception elles apparaissent par 40 degrés de latitude, cela tient, je crois, à la rapidité avec laquelle varie la vitesse de rotation d'un parallèle à l'autre à mesure qu'on s'éloigne de l'équateur. Mais il resterait encore à expliquer la rareté relative des taches entre les parallèles équatoriaux de $\pm$ 5 degrés de latitude. C'est là un point dont je n'ai pu encore me rendre compte. Quoi qu'il en soit, j'estime que l'*observation journalière des protubérances sur tout le contour du disque solaire*, inaugurée par le savant Directeur de l'Observatoire du Campidoglio, à Rome, nous offre un moyen décisif pour résoudre ces difficultés. Le procédé suivi par M. L. Respighi est devenu, entre ses mains, tellement pratique qu'une heure de travail par jour suffirait d'ordinaire à un observateur exercé pour relever et dessiner dans leurs contours généraux toutes les protubérances semées sur le contour du Soleil. Il en serait sans doute autrement si l'on s'attachait, comme l'a fait M. Zœllner, à suivre de minute en minute les curieuses variations de ces protubérances : mais c'est évidemment là une autre face de la question. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *De l'influence de l'eau sur les doubles décompositions salines et sur les effets thermiques qui les acccompagnent; par* **M. C. Marignac.**

« Ayant eu l'intention de rechercher si l'étude des effets thermiques qui accompagnent les doubles décompositions salines ne donnerait pas un moyen d'apprécier ce qui se passe dans ces réactions, j'ai dû faire précéder cette étude de celle des effets produits par la dilution des solutions dont je devais faire usage. Mon but principal était de m'assurer, s'il est possible, comme on l'a généralement recommandé, d'opérer ces réactions dans des solutions suffisamment étendues, pour qu'il fût permis de négliger l'effet qu'elles éprouvent par l'addition d'une nouvelle quantité d'eau.

» La publication récente (1) d'un Mémoire très-remarquable de M. Thomsen sur le même sujet, mais dans lequel il ne me paraît pas s'être préoccupé de cette influence, me décide à exposer ici un bref résumé des résultats que j'ai obtenus dans ces recherches préliminaires, et des conséquences qui me paraissent en découler sur le rôle important que joue l'eau dans ces décompositions.

---

(1) *Poggendorff's Annalen*, t. CXXXVIII, p. 65.

» Je dois prévenir d'avance que je ne considère encore les résultats numériques sur lesquels je m'appuierai que comme une première approximation, suffisante cependant pour justifier les observations générales que j'ai à présenter sur ce sujet.

» Toutes les solutions employées ont été préparées de manière à renfermer 1 gramme du corps soumis à l'expérience dans un volume de 10, 20, 40,..., centimètres cubes; je les désignerai par les noms de *solutions à* $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{20}$, $\frac{1}{40}$,.... L'effet produit par la dilution a toujours été déterminé en mélangeant chaque solution avec un volume égal d'eau.

» Toutes mes expériences ont été faites en mêlant les deux liquides amenés à une même température, et en constatant la variation de celle-ci au moyen de thermomètres très-sensibles. C'est, je crois, le seul moyen de mesurer les effets thermiqnes produits dans des réactions semblables, qui n'en déterminent que d'une très-faible intensité.

» I. Le mélange de l'eau à une solution renfermant un seul corps (sel ou acide) donne lieu à une variation de température correspondant à une absorption ou à un dégagement de chaleur qui, le plus souvent, ne dépasse pas 0°,2 pour des solutions à $\frac{1}{10}$, et qui diminue rapidement pour des liqueurs plus étendues. Elle se réduit à peu près au quart pour la dilution à $\frac{1}{20}$, à un seizième pour des solutions à $\frac{1}{40}$, et devient par conséquent à peu près négligeable au-dessous de cette limite.

» Mais cette règle n'est point absolue. Ainsi, pour l'acide sulfurique, l'effet thermique produit par la dilution va en croissant à mesure que les solutions sont plus étendues. Je l'ai trouvé de 92, 135, 185 et 255 calories par équivalent (49), suivant que la solution est à $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{20}$, $\frac{1}{40}$ ou $\frac{1}{80}$.

» Ce fait singulier, qui se produira peut-être pour d'autres corps, prouve qu'il est impossible de négliger l'influence de la dilution, même en opérant avec des liqueurs fort étendues.

» II. Le mélange des solutions de deux sels non susceptibles de se décomposer donne lieu à un effet thermique d'un ordre généralement inférieur à celui qui résulterait de la simple dilution de ces solutions. Il y a plus souvent dégagement de chaleur quand les deux sels n'exercent probablement aucune action l'un sur l'autre (par exemple, deux sels d'une même base), et absorption de chaleur dans le cas où ils sont susceptibles de former un sel double.

» Mais quelquefois l'effet thermique produit dans ces réactions est beaucoup plus considérable, ainsi dans le mélange des sulfates alcalins avec l'acide sulfurique, qui détermine une absorption de chaleur considérable.

» III. La dilution, par un égal volume d'eau, de la solution renfermant un mélange de deux sels non susceptibles de se décomposer réciproquement donne lieu, en général, à un effet thermique très-faible, sensiblement égal à la somme des effets produits par la dilution des deux sels pris séparément, et décroissant rapidement à mesure que les solutions sont plus étendues.

» Une exception remarquable à cette règle générale s'observe dans la dilution des bisulfates alcalins, qui donne lieu à un dégagement de chaleur considérable et croissant rapidement à mesure que la dilution augmente. Pour le bisulfate de soude, l'effet thermique passe de $+58$ calories par équivalent, pour une solution à $\frac{1}{10}$, à $+525$, pour une solution à $\frac{1}{80}$. Le résultat donne la preuve, et en quelque sorte la mesure, de la décomposition de ce sel par l'eau.

» IV. Le mélange de deux solutions salines (ou d'un sel et d'un acide) susceptibles de se décomposer sans donner lieu à un produit insoluble donne lieu à des effets thermiques plus ou moins considérables, dont je n'ai pas encore poursuivi l'étude, parce que je ne vois pas encore comment on pourrait les dégager des effets complexes résultant de la dilution des solutions employées. Je me suis borné à des essais sur un très-petit nombre de corps, et seulement dans le but de rechercher comment les résultats varient suivant le degré de dilution des solutions.

» Ces expériences préliminaires prouvent que l'effet thermique varie considérablement avec ce degré de dilution, d'où l'on peut conclure que l'action chimique varie dans les mêmes circonstances.

» Ainsi l'acide sulfurique, agissant sur l'azotate de soude, à équivalents égaux, donne lieu à un dégagement de chaleur de 218 calories pour des solutions à $\frac{1}{10}$, et de 539 pour des solutions à $\frac{1}{80}$. Inversement, par l'action de l'acide azotique sur le sulfate de soude, on constate une absorption de chaleur de -1965 à -1255 calories, suivant que l'on opère sur des solutions à $\frac{1}{10}$ ou $\frac{1}{80}$.

» Je trouve une confirmation de ce changement de composition chimique, apporté par la dilution dans une solution renfermant un mélange de deux corps, dans les effets thermiques accompagnant la dilution d'un pareil mélange.

» Ainsi, si l'on a mélangé 1 équivalent d'acide sulfurique et 1 équivalent d'azotate de soude en solution à $\frac{1}{10}$, et si l'on détermine les effets thermiques produits par l'addition d'eau à ce mélange, on trouve qu'ils sont successivement de -90, $+45$, $+169$ et $+338$ calories, lorsqu'on

porte la dilution de $\frac{1}{10}$ à $\frac{1}{20}$, puis à $\frac{1}{40}$, $\frac{1}{80}$ et $\frac{1}{160}$. Il me paraît impossible de ne pas voir dans ces résultats la preuve d'une décomposition chimique, déterminée par l'addition de l'eau et croissant avec la proportion de ce liquide.

» Des phénomènes semblables peuvent aussi se présenter dans la double décomposition de deux sels neutres. Ainsi le mélange, en proportions équivalentes, de sulfate d'alumine et d'acétate de soude donne lieu à un effet thermique négatif et croissant de — 2454 à — 3047 calories pour une dilution variant de $\frac{1}{10}$ à $\frac{1}{160}$.

» Cette dernière expérience prouve, en outre, combien est erroné le prétendu principe de la thermoneutralité, d'après lequel la double décomposition entre deux sels neutres ne devrait être accompagnée d'aucun effet calorifique.

» Je dois enfin signaler un fait assez singulier, qui résulterait de toutes mes expériences, mais que je ne considérerais comme établi que s'il se vérifiait dans des expériences beaucoup plus précises, attendu qu'il repose sur l'appréciation de si faibles variations de température que je n'ose pas encore en répondre. Il ne serait pas indifférent, au point de vue de la somme des effets thermiques produits, de mélanger deux solutions concentrées, et de les étendre d'eau après ce mélange, ou de les mélanger après les avoir diluées séparément. La différence des résultats obtenus a toujours été dans un sens tel, qu'elle s'expliquerait en admettant que la dilution, après le mélange de solutions concentrées, n'amène pas complétement, ou peut-être pas immédiatement, le même état d'équilibre que celui qui se produit par le mélange de solutions préalablement étendues.

» Si cette observation se confirme, elle établira une nouvelle analogie entre les réactions chimiques qui se passent entre les sels, et celles qu'a si bien étudiées M. Berthelot et qui ont lieu entre les acides et les alcools. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de proposer une question pour le prix Alhumbert à décerner en 1872.

MM. Brongniart, Milne Edwards, Cl. Bernard, Dumas, Decaisne réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur la question du mouvement relatif de l'eau dans les aubes de la roue Poncelet.* Note de **M. H. Resal.** (Extrait par l'Auteur.)

(Commissaires : MM. Combes, Phillips, de Saint-Venant.)

« Le mouvement de l'eau dans la roue à aubes courbes soulève une question de mouvement relatif qui, considérée dans toute sa généralité, n'est pas sans présenter un certain intérêt.

» Poncelet, dans son Mémoire sur ce genre de roues, dont il est l'inventeur (Mémoire couronné par l'Académie des Sciences en 1825 et publié en 1827), tout en posant nettement la question, se borne à en donner une solution approximative qui suffit pour le but pratique qu'il se propose; mais il m'a souvent répété qu'il avait établi les équations du mouvement relatif et qu'il les avait intégrées dans le cas des aubes planes. Retrouvera-t-on quelques traces de ses calculs dans les papiers que Poncelet a laissés, c'est ce que j'ignore; mais, quoi qu'il en soit, comme la priorité lui est acquise, je ne pense pas qu'il y ait d'inconvénient à résoudre, à mon point de vue, la question dont il s'agit, et j'ose espérer que les personnes qui s'occupent de Mécanique m'en sauront gré.

» Le problème à résoudre est le suivant : « Déterminer le mouvement re-
» latif d'un point pesant sur une courbe comprise dans un plan vertical et
» tournant d'un mouvement uniforme autour d'un point de ce plan. »

» Avant de donner la solution générale du problème, je traiterai directement les deux cas particuliers de la ligne droite et du cercle.

» *Cas de la ligne droite.* — L'équation différentielle du mouvement est

$$\frac{d^2s}{dt^2} = -g\sin(nt+\varepsilon) + n^2 s,$$

s étant le chemin parcouru, g l'accélération de la gravité, n la vitesse de rotation, ε une constante.

» Cette équation a pour intégrale

$$s = \frac{g}{n^2}\sin(nt+\varepsilon) + \mathrm{M}e^{nt} + \mathrm{N}e^{-nt},$$

M et N étant deux constantes dépendant des conditions initiales du mouvement relatif du mobile sur l'aube.

» *Cas du cercle.* — On a

$$\rho\frac{d^2\varphi}{dt^2} = g\sin(\varphi - nt - \varepsilon) + n^2 a \sin\varphi,$$

ρ étant le rayon du cercle, a la distance de son centre au centre de rotation, φ l'angle que forme la direction de a avec le rayon du cercle correspondant à la position du mobile. Cette équation ne peut s'intégrer que par série ordonnée suivant les puissances ascendantes de t, pour des valeurs suffisamment petites de cette variable.

» *Cas général.* — On a l'équation

$$\frac{d^2 s}{dt^2} = g\cos(V - nt + \varepsilon + \theta) + n^2 r \cos V,$$

dans laquelle θ est l'angle formé par le rayon vecteur r joignant le centre de rotation à la position du mobile, avec un rayon animé de la rotation n; V l'angle que la tangente à la courbe fait avec r. Cette équation ne paraît devoir être intégrable que lorsque l'on a $V + \theta = \text{const.}\, m$; d'où l'on déduit

$$V \sin(\theta + m) = \text{const.},$$

ce qui est l'équation polaire d'une droite. »

PHYSIQUE. — *Note concernant les observations faites par* M. Regnault (1) *sur une Lettre précédente; par* **M. Bosscha.** (Extrait par l'Auteur.)

(Commissaires : MM. Regnault, Fizeau, Jamin.)

« Je regrette que M. Regnault ait cru devoir présenter ses observations sur ma Lettre avant d'avoir pris connaissance des deux Mémoires qui font le sujet de ma Communication. En les parcourant, ce savant se serait aperçu que je n'ai rien avancé, concernant ses expériences, qui ne soit une conséquence inévitable de ce qui se lit dans ses écrits.

» Il est tout à fait hors de doute que les formules que M. Regnault a déduites lui-même des données de ses observations attribuent à tous les thermomètres à mercure, aux températures ordinaires, des divergences de même sens avec le thermomètre à air, savoir :

de — 0,31 pour le thermomètre en cristal de Choisy-le-Roy;
de — 0,41 » en verre ordinaire.

» En dehors des Tables qui ont été calculées au moyen de ces formules, le Mémoire *Sur la mesure des températures* ne contient, à l'égard de la marche du thermomètre à mercure entre zéro et 100 degrés, comparée à celle du thermomètre à air, que le passage suivant :

(1) *Comptes rendus, t.* LXIX, p. 879.

« Il est probable qu'il existe une différence sensible entre zéro et 100 de-
» grés dans la marche des deux instruments. Les expériences du tableau
» annexé à la page 226 le montrent d'une manière évidente, *mais ces diffé-
» rences sont si petites, qu'il est difficile de les déterminer avec quelque préci-
» sion.* »

» Les expériences du tableau indiqué montrent que la différence vers 50 degrés est de + 0°,20 à + 0°,30, ce qui constitue, avec les valeurs déduites des formules, un désaccord considérable.

» En publiant pour la première fois les expériences citées (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. IV), M. Regnault, après avoir remarqué que, vers le milieu de l'échelle, le thermomètre à mercure s'est écarté du thermomètre à air d'environ 0°,20, observe que *cette différence est trop petite pour qu'il soit nécessaire d'y avoir égard, et qu'elle tombe d'ailleurs dans les limites d'incertitude qui dépendent du déplacement du zéro du thermomètre à mercure.*

» J'en conclus :

» 1° Que le Mémoire de M. Regnault ne nous apprend rien de certain sur la marche du thermomètre à mercure entre zéro et 100 degrés;

» 2° Que M. Regnault considère une différence de 0°,2 à 0°,3 comme une quantité insignifiante, difficile à déterminer avec quelque précision, et qu'on peut négliger.

» M. Regnault affirme maintenant que les thermomètres en cristal de Choisy-le-Roy sont en retard entre zéro et 100 degrés, tandis que les thermomètres faits avec tous les autres verres dont il s'est servi présentent une divergence en sens contraire. Je suis complétement d'accord avec lui; mes calculs ne laissent aucun doute à cet égard. Mais ce sont les formules de M. Regnault qui indiquent le contraire pour le thermomètre en verre ordinaire; quant aux thermomètres en cristal, M. Regnault n'a jamais publié d'expériences qui fassent connaître la marche de ces instruments entre zéro et 100 degrés. Il n'est point du tout clair, comme le dit M. Regnault, que tous les thermomètres à mercure, qui montrent au-dessus de 100 degrés des températures moins élevées que le thermomètre à air, *doivent* être en avance sur le thermomètre à air entre zéro et 100 degrés. La courbe qui représente la différence de marche des deux instruments peut très-bien avoir vers 100 degrés un point de rebroussement, ou couper l'axe des abscisses dans le voisinage de ce point. Il est vrai que cela ne peut arriver tant que la courbe du thermomètre est du second degré, comme celle qu'on déduirait des formules de M. Regnault; mais l'erreur dans laquelle est tombé

M. Regnault consiste justement en ce qu'il a voulu représenter par une formule du second degré les ordonnées d'une courbe qui offre avec l'axe des abscisses trois points d'intersection.

» Ce n'est pas seulement dans le Mémoire sur la mesure des températures que M. Regnault a regardé les écarts du thermomètre à mercure, même lorsqu'ils atteignent 0°,2, comme des erreurs qu'on peut négliger.

» Dans mon second Mémoire, j'ai cité un passage extrait de la *Relation des expériences sur les forces élastiques de la vapeur d'eau*, où il est dit la même chose par rapport aux thermomètres à tige en cristal de Choisy-le-Roy. Le calcul démontre que ces thermomètres ont dû présenter vers 50 degrés un écart de 0°,17. Il résulte, avec entière évidence, du texte même de M. Regnault, que les indications de ces thermomètres n'ont pas été corrigées, qu'on ne connaît pas la valeur exacte de l'écart que présentent, entre zéro et 100 degrés, ces instruments; qu'on désespère de pouvoir la fixer avec précision, et que, même pour en déterminer le sens, on en est réduit à de simples conjectures, fondées sur la ressemblance probable des courbes des divers instruments.

» Dans ses expériences sur les forces élastiques de la vapeur d'éther, M. Regnault a corrigé les indications de ses thermomètres en cristal à 120 degrés, tandis qu'il a négligé la correction pour la température de 50 degrés. Or, à 50 degrés, la divergence du thermomètre à mercure et du thermomètre à air est un peu plus forte qu'à 120 degrés.

» Une expérience remarquable communiquée par M. Regnault à la page 525 du tome XXVI des *Mémoires de l'Académie*, nous permet de juger de quel degré de précision ce physicien a cru devoir se contenter, dans la vérification des thermomètres à mercure aux températures au-dessus de 100 degrés. Ayant déterminé au moyen du thermomètre à air le point de fusion du mercure, M. Regnault compare cette température à celle qui est indiquée dans les mêmes circonstances par le thermomètre à mercure. De deux expériences faites avec le thermomètre à air, l'une avait donné — 38°,67, l'autre — 38°,33; le thermomètre à mercure indiquait 38°,60. M. Regnault en conclut que ses thermomètres à mercure ne présentent pas avec les thermomètres à air des différences assignables aux basses températures. On voit que les deux températures du thermomètre à air diffèrent entre elles de 0°,34. Je pense qu'il est difficile d'atteindre dans ces expériences un plus haut degré de précision. Cependant admettre que l'expérience citée puisse prouver quelque chose par rapport à l'écart que présente, à cette température, le thermomètre à mercure, c'est recon-

naître en même temps qu'une incertitude de 0°,34 est de peu de conséquence. Cependant il suffit de supposer une différence de marche de cette valeur, dans l'expérience calorimétrique par laquelle M. Regnault a déterminé la chaleur spécifique de l'air entre — 30 et 10 degrés, pour obtenir, au lieu de la valeur 0°,23771 trouvée par M. Regnault, soit 0°,23918, soit 0°,23624, selon que le thermomètre à mercure s'écarte du thermomètre à air dans un sens ou dans un autre. L'expérience qui a été faite pour prouver que la chaleur spécifique entre — 30 et 10 degrés coïncide avec les valeurs 0°,23741 et 0°,23751, obtenues entre zéro et 100 degrés, et entre zéro et 200 degrés, ne peut donc plus servir à constater cette loi.

» M. Regnault vient de donner sur ses thermomètres quelques renseignements inconnus jusqu'ici. Il en résulte que le verre des thermomètres employés depuis vingt ans est d'une espèce intermédiaire entre le verre ordinaire et le cristal, de sorte que l'écart maximum, vers 55 degrés de ses thermomètres, n'atteindrait jamais un dixième de degré. M. Regnault assure, de plus, qu'il a constamment vérifié ses thermomètres par comparaison directe avec le thermomètre à air.

» Cependant un peu plus loin, en parlant des thermomètres étalons, M. Regnault rapporte que quelquefois, *bien rarement*, ces thermomètres présentent avec le thermomètre à air des différences de *deux dixièmes de degré*. J'ai démontré que M. Regnault, dans les tomes XXI et XXVI des *Mémoires de l'Académie*, a toujours estimé que les différences de marche entre zéro et 100 degrés, même celles qui atteindraient 0°,2, étaient difficiles à déterminer et insignifiantes, et, dans ma Lettre, j'ai fait voir que des différences de 0°,1 exposent à des erreurs sensibles. En présence de ces faits, il me semble permis de demander jusqu'à quel degré M. Regnault, en vérifiant les thermomètres à mercure, a pu déterminer les correction requises.

» L'emploi du verre ordinaire dans les thermomètres de M. Regnault ne datant que de vingt ans, les observations que M. Regnault déduit de ce fait ne peuvent s'appliquer aux expériences consignées dans le tome XXI des *Mémoires de l'Académie*, qui sont antérieures à cette époque. C'est à ces expériences, particulièrement aux expériences sur la chaleur latente de la vapeur d'eau et sur la chaleur spécifique de l'eau à différentes températures, que se rapportent spécialement les remarques que j'ai présentées dans ma Lettre. J'ai cru devoir admettre que M. Regnault s'est constamment servi des thermomètres en cristal, parce qu'il dit expressément à la page 529 que tous ces instruments étaient en cristal.

» Les thermomètres qui ont servi dans les expériences sur la chaleur

spécifique publiées en 1840 étaient-ils également en cristal? Il serait très-désirable que M. Regnault donnât quelques indications sur ce point. Ce ne fut que deux ans plus tard que M. Regnault publia ses premières recherches sur la marche du thermomètre, et nous avons vu que, même alors, M. Regnault a cru pouvoir négliger les erreurs des thermomètres entre zéro et 100 dégrés. Il me semble tout à fait inadmissible que M. Regnault en ait tenu compte dans ces expériences, et qu'il ait laissé ignorer, en même temps, qu'il a appliqué une correction dont aucun physicien n'a remarqué l'importance. Ni M. Regnault, ni aucun autre savant n'ont jusqu'ici mis en doute la proportionnalité des changements de température du calorimètre et la longueur des parties de l'échelle parcourues par la colonne de mercure du thermomètre. Jamais, que je sache, on n'a remarqué que la nature différente du verre employé dans les thermomètres pût causer des différences constantes entre les chaleurs spécifiques et latentes déterminées par divers physiciens. J'ai cru utile de signaler cette cause d'erreur, tant pour prévenir qu'on n'attribue à quelques données numériques de la théorie de la chaleur une plus grande exactitude qu'elles ne possèdent réellement, que pour prémunir contre des causes d'incertitudes dans les résultats d'expériences futures, qui, par le perfectionnement des méthodes, pourraient pousser plus loin la précision des mesures. »

PHYSIQUE. — *Remarques sur quelques points d'analyse spectrale; par* M. **Lecoq de Boisbaudran**.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Dumas, Regnault, Edm. Becquerel, Wurtz.)

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* (22 novembre 1869), le P. Secchi annonce qu'il a constaté une différence dans les spectres des gaz (de l'azote en particulier), suivant qu'il analysait la lumière des extrémités ou celle de la partie capillaire d'un tube Geissler. J'ai observé le même fait, et j'ai dessiné, depuis plus d'un an, les spectres des différentes parties de l'étincelle d'induction éclatant à l'air libre; on sait qu'on obtient alors le spectre de l'azote. Dans un ouvrage qui paraîtra prochainement, je publierai trois dessins représentant : 1° le spectre de l'auréole qui émane du pôle positif; 2° celui de la lumière bleue du pôle négatif; 3° celui du *trait de feu*.

» 1° Le spectre de l'auréole positive, dans l'air libre, est très-analogue à celui de la partie étranglée d'un tube Geissler rempli d'azote raréfié. J'ai

eu l'honneur de présenter à l'Académie le dessin (1) de ce spectre (*Comptes rendus*, 20 septembre 1869).

» 2° Le spectre de la lumière bleue du pôle négatif, dans l'air libre, se compose du spectre de l'auréole positive, auquel vient s'ajouter un petit nombre de raies dont voici les longueurs d'onde (2), en millionièmes de millimètre:

Rouge..	656,4 (appartient à l'hydrogène.) 616,1 assez faible.	Bleu.....	471,0 464,9 (4) 460,1 assez faible.
Vert...	522,1 514,5 506,9 500,5 (3)	Violet....	428,1 423,7

» Dans l'air raréfié, les raies 522,1; 471,0 et 428,1 sont les plus brillantes; ce sont sans doute ces trois raies que le savant astronome romain a observées au pôle négatif.

» 3° Si l'on n'écarte pas beaucoup les pôles, le flux électrique est entièrement transmis par l'*auréole*: l'étincelle fait peu de bruit, et l'on ne voit que les spectres des pôles positif et négatif; mais si l'on éloigne les électrodes, ou qu'on *insuffle* l'auréole, le trait de feu apparaît, et, en même temps que l'étincelle devient plus bruyante, on aperçoit un nouveau spectre, tout différent des deux premiers. Les cannelures n'existent pas dans ce spectre, qui est formé de raies nébuleuses dont les *principales* ont pour longueurs d'ondes:

Jaune.	593,3,	milieu de la raie.		Bleu...	467,7,	milieu de la raie.	
Vert..	567,7,	d°	(forte).		463,2,	d°	
	553,4,	d°	(assez faible).		460,8 (environ)	d°	
	517,7,	d°		Violet..	445,4,	d°	
	500,1,	d°	(large et forte).		444,1,	d°	
Bleu..	480,2,	d°			431,9,	d°	(assez faible).
	470,6,	d°	(assez faible).				

« Ce ne sont pas seulement les gaz permanents qui présentent des différences entre les spectres obtenus avec des sources calorifiques dont on fait

(1) Réduit en longueurs d'onde.

(2) Mesurées avec un spectroscope ordinaire de Duboscq à un seul prisme de flint.

(3) Existe, mais très-faible, dans le spectre du pôle positif, et est probablement partie constituante de la forte raie du *trait de feu* (500,1). M. Thalen note deux raies : 500,2 et 500,5.

(4) Existe aussi dans la lumière positive, mais y est beaucoup moins forte.

varier la nature et l'intensité; les métaux et leurs sels offrent le même phénomène. Il me suffira de rappeler que l'introduction d'un condensateur dans le circuit induit change considérablement la plupart des spectres métalliques; aussi, lorsqu'il s'agit de comparer les résultats obtenus par divers expérimentateurs, est-il nécessaire de bien connaître les conditions dans lesquelles ils ont opéré. Il est singulier, par exemple, de voir dans le travail, très-remarquable du reste, de M. Thalen : le cœsium ne pas donner ses deux raies bleues et ne fournir qu'une seule raie verte; le potassium et le rubidium ne plus avoir les raies rouges qui les caractérisent dans la flamme du gaz; le strontium manquer de la plupart des bandes rouges et orangées qui sont si brillantes dans une étincelle non condensée. Cela provient de ce que M. Thalen s'est servi, soit d'une puissante bobine avec condensateur dans le courant induit, soit de l'arc voltaïque.

» Un simple changement dans la distance existant entre la surface d'une solution et le fil de platine d'où jaillit l'étincelle suffit pour altérer notablement certains spectres métalliques. Le chlorure de manganèse est remarquable sous ce rapport : avec une étincelle courte, on a, dans le vert, un groupe de raies fines et brillantes; si l'on éloigne le fil de platine (qui doit être positif), ce groupe se transforme en une bande ombrée, dégradée du violet vers le rouge et composée de raies nébuleuses assez larges, dégradées aussi de droite à gauche; la partie de l'étincelle longue qui touche le liquide (pôle négatif) continue à donner les raies fines et nettes, et il y a fusion graduelle des deux spectres.

» Lorsqu'on augmente considérablement la puissance calorifique d'une étincelle (1), il se produit fréquemment un effet curieux, qui consiste en ce que des raies, devenues prépondérantes dans le nouveau spectre, étaient faibles dans le spectre primitif, tandis que des raies qui étaient vives sont devenues faibles : les rôles ont été intervertis.

» Les intensités relatives des diverses vibrations élémentaires qui constituent la force capable de se transformer en lumière, varient en même temps que les causes qui produisent cette force; de nouvelles périodes vibratoires peuvent même s'ajouter aux anciennes; d'autres, disparaître. Or les différents cycles de mouvements que les molécules d'un corps peuvent parcourir ne reçoivent pas de toutes les vibrations extérieures des impulsions égales : les intensités des raies produites par un de ces cycles devront donc être d'autant plus grandes que les molécules se seront trouvées en

---

(1) Au moyen d'un condensateur, par exemple.

présence de plus puissantes vibrations extérieures concordantes avec les mouvements qu'elles doivent effectuer pour parvenir à ce cycle. »

M. E. de Masquart adresse une brochure, accompagnée d'une Note manuscrite, sur « l'Éducation rationnelle des vers à soie, et la décentralisation de la sériciculture en France ».

(Renvoi à la Commission de Sériciculture.)

M. N. Ruffner adresse, de Malte, une Note relative à la conservation de la viande par l'acide sulfureux, et à diverses questions d'hygiène.

(Commissaires : MM. Dumas, Payen, Peligot.)

CORRESPONDANCE.

M. Pringsheim, nommé Correspondant pour la Section de Botanique, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, le numéro 25 des « Astronomische Mittheilungen », publiées par *M. R. Wolf*, Directeur de l'Observatoire fédéral à Zurich. L'auteur désire attirer surtout l'attention de l'Académie sur les recherches relatives à l'*équation personnelle*, dont les conclusions se trouvent aux pages 177 à 179 de cette publication.

PHYSIQUE. — *Sur l'illumination des corps transparents; par* M. J.-L. Soret.

« Dans une Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie (1), j'ai signalé l'analogie qui existe, au point de vue de la polarisation, entre la lumière du ciel et celle de l'eau. Rattachant ce fait aux observations de M. Tyndall sur les propriétés optiques des substances à l'état de nuage, j'ai naturellement supposé que la cause de ce phénomène en particulier, et plus généralement des phénomènes d'illumination des liquides, résidait dans la présence de *corpuscules* en suspension.

» Depuis lors, M. Alex. Lallemand a fait à l'Académie plusieurs Communications très-intéressantes, sur l'illumination des corps transparents; mais

(1) *Comptes rendus*, 19 avril 1869, p. 911.

il ne leur attribue pas la même origine. Il reconnaît bien que, pour les gaz, le phénomène doit être produit par une réflexion sur des particules très-ténues; mais il ajoute : « Avec un milieu transparent et homogène, comme » l'eau récemment distillée, on ne peut plus invoquer un effet de réflexion » particulaire, c'est une véritable propagation du mouvement vibratoire au » sein de l'éther condensé du milieu réfringent, etc. (1). » Ailleurs, après avoir décrit les propriétés de la lumière émise latéralement par un liquide traversé par un faisceau polarisé, il dit : « Les variations d'intensité et cette » direction invariable du plan de polarisation de la lumière émise sont in- » conciliables avec l'hypothèse d'une réflexion particulaire, etc. (2). » Enfin, dans sa dernière Note, il suppose qu' « il existe pour chaque corps » transparent et pour chacune des radiations simples un coefficient d'il- » lumination complémentaire du coefficient de transmission » et que « l'ab- » sorption partielle d'une radiation simple par une épaisseur déterminée » de ce milieu résulte de la propagation latérale du mouvement vibratoire » qui lui correspond (3). »

» Je ne parlerai pas ici des objections théoriques que l'on pourrait opposer à la manière de voir de M. Lallemand ; je me bornerai à citer quelques résultats auxquels je suis arrivé en poursuivant mes expériences sur ce sujet, et qui me font croire que c'est bien à des particules en suspension qu'il faut attribuer l'illumination des corps transparents, et particulièrement de l'eau.

» I. Jusqu'ici, il est vrai, malgré de nombreux essais, je n'ai pas réussi à obtenir de l'eau dans laquelle un faisceau lumineux ne produise aucune trace visible latéralement; mais toujours aussi l'eau contient manifestement des particules en suspension. Pour les voir, il suffit, en opérant dans une chambre obscure, de faire tomber un faisceau de lumière solaire sur le liquide placé dans un ballon ou un flacon en verre; en donnant à l'eau un léger mouvement giratoire, et en observant à la loupe la trace lumineuse, on voit passer dans le faisceau des particules plus ou moins ténues. Plus ces corpuscules sont rares et difficilement visibles, moins l'éclat de la trace lumineuse est apparent.

» L'eau fraîchement distillée *ordinaire*, c'est-à-dire distillée par *ébullition*

(1) *Comptes rendus*, 19 juillet 1869, p. 190.
(2) *Comptes rendus*, 26 juillet 1869, p. 283.
(3) *Comptes rendus*, 25 octobre 1869, p. 918.

dans un alambic, contient des particules nombreuses et relativement assez grossières; elle est même souvent inférieure, sous ce rapport, à l'eau du lac de Genève que l'on a laissée reposer quelques jours, après l'avoir recueillie avec soin dans un flacon.

» J'ai cherché à obtenir de l'eau plus claire par divers procédés : voici ceux qui m'ont donné les meilleurs résultats.

» *a*). On a commencé par distiller, dans un appareil en verre ou en platine, de l'eau à laquelle on avait ajouté un peu de permanganate de potasse, pour détruire toutes les matières organiques. L'eau de première distillation ainsi obtenue a été soumise à une seconde distillation dans un alambic en verre, chauffé au bain-marie, en sorte qu'elle n'entrait pas en ébullition, mais que la distillation s'effectuait lentement par *évaporation superficielle :* le liquide recueilli était notablement plus clair que l'eau de première distillation. Une troisième distillation au bain-marie a donné une eau dans laquelle la trace lumineuse est faible : en l'observant à la loupe, on y distingue encore un grand nombre de particules très-ténues. Il est inutile de dire que ces manipulations doivent être faites avec une grande propreté, et en évitant le plus possible la poussière.

» *b*). On a distillé, par évaporation superficielle, de l'eau à laquelle on avait ajouté un peu de permanganate de potasse, dans un alambic en platine chauffé au bain-marie. Le liquide recueilli, comparé à l'eau *a*, donne une trace lumineuse plutôt un peu plus faible; elle contient des particules un peu plus grosses, mais plus rares (1).

» *c*). De l'eau de première distillation par ébullition avec permanganate de potasse a été filtrée, au travers d'un diaphragme en terre poreuse, à l'aide d'une pression de près d'une atmosphère. Le liquide obtenu s'illumine à peu près au même degré que les eaux *a* et *b*; en l'examinant à la loupe, on y voit nager des particules moins fines que celles de l'eau *a* et un peu scintillantes.

» Ces expériences montrent la difficulté, si ce n'est l'impossibilité, d'obtenir de l'eau absolument privée de corpuscules en suspension (2).

» II. M. Lallemand n'admet pas que l'ensemble des phénomènes d'illumination et de polarisation, qu'il a très-bien décrits dans ses deux premières

---

(1) La forme du chapiteau de l'alambic en platine dont je me suis servi se prêtait très-mal à la distillation par évaporation; l'opération était si lente, que j'ai dû renoncer à faire plusieurs distillations successives.

(2) Il en est de même pour les autres liquides que j'ai examinés.

Notes, puissent être compatibles avec l'hypothèse d'une réflexion particulaire. Cependant l'expérience montre, qu'à l'intensité près, ces phénomènes ne sont pas modifiés, lors même qu'on augmente beaucoup le nombre des particules en suspension, pourvu qu'elles soient suffisamment ténues.

» Ainsi, en prenant de l'eau *a* et en la maintenant pendant plusieurs jours à une température voisine de 100 degrés, dans un vase en verre, on obtient, après le refroidissement, un liquide qui paraît très-limpide lorsqu'on le regarde à la lumière diffuse du jour. Mais, lorsque, en opérant dans la chambre obscure, on y fait passer un faisceau lumineux, et qu'on l'examine à la loupe, on y distingue une multitude de particules à peu près de la dimension de celles que contient l'eau *a*, mais beaucoup plus serrées et nombreuses (1). En même temps, la trace lumineuse a pris un éclat remarquable et incomparablement plus grand que celui de l'eau ordinaire. Or, avec ce liquide, chez lequel il serait difficile de contester que la cause principale de l'illumination soit due à la présence de corpuscules en suspension, on observe tous les phénomènes de polarisation décrits par M. Lallemand (2).

» De même que M. Lallemand, j'ai observé qu'un faisceau lumineux ne donne pas de trace visible latéralement lors de son passage à travers certains échantillons de quartz parfaitement purs. Mais d'autres échantillons, qui paraissent très-limpides à la lumière diffuse, présentent de nombreux petits défauts de cristallisation, donnant lieu à une trace très-visible lorsqu'on y fait passer un faisceau lumineux dans la chambre obscure. Or cette trace, dont l'origine réside incontestablement dans un défaut d'homogénéité de la masse transparente, présente les mêmes phénomènes de polarisation.

» La conséquence de ces faits me paraît être qu'il faut bien renoncer à

---

(1) La présence de ces particules doit sans doute être attribuée à l'action connue de l'eau sur le verre.

(2) Voici entre autres une expérience assez frappante. On fait passer dans un ballon rempli de cette eau un faisceau lumineux horizontal et polarisé par son passage au travers d'un prisme de Nicol. En regardant la trace à l'œil nu dans une direction horizontale et perpendiculaire au faisceau, et en faisant tourner le Nicol polariseur, on voit, à chaque quart de révolution, apparaître et disparaître la trace, conformément à l'expérience de M. Tyndall. Mais si, au lieu de regarder à l'œil nu, on regarde à travers un second Nicol tourné de manière que la section de ses petites diagonales soit horizontale, la trace n'est jamais visible, quelque position que l'on donne au premier Nicol, ce qui s'accorde tout à fait avec les résultats de M. Lallemand.

considérer les phénomènes d'illumination comme inconciliables avec l'hypothèse qui les attribue à des particules très-ténues répandues dans le corps transparent. Je ne crois pas impossible d'arriver, dans cette hypothèse, à l'explication des faits observés, si l'on tient compte du fait que les lois ordinaires de la réflexion ne se vérifient que dans le cas où les surfaces réfléchissantes ont une dimension très-grande relativement à la longueur des ondulations. Les limites de cette Communication ne me permettent pas d'exposer, sur ce sujet, ma manière de voir, que, du reste, je désire soumettre encore à des vérifications (1). »

« **M. Chevreul**, entendant parler de la distillation à propos de la préparation de l'eau pure, rappelle ses expériences de 1811 sur le bois de campêche; il signala alors la présence de l'ammoniaque dans tous les produits des eaux naturelles qu'il distilla. Il constata, en outre, dans les résidus, la présence d'un silicate alcalin provenant de l'altération du verre. Il rappelle encore que la décomposition du bleu de Prusse, attribuée à l'eau pure par un chimiste célèbre, était en réalité produite par de l'eau rendue alcaline par l'altération du verre.

» Il y a trois semaines, M. Chevreul a eu l'occasion de constater de nouveau la décomposition du verre par de l'eau dont la température ne dépassait pas 98 degrés.

» Après avoir constaté que l'*acide élique*, provenant du suint de mouton, qu'il a fait connaître à l'Académie en 1866, est encore parfaitement liquide de 16 à 15 degrés, et que de 15 à 14 degrés il commence à prendre de la viscosité; qu'il est incolore, et de plus inodore, lorsqu'il est pur, il a reconnu que l'odeur qu'il peut avoir accidentellement appartient à un acide nouveau qu'il appelle *avique*, parce que cette odeur est celle qu'exhale le plumage d'un grand nombre d'oiseaux.

» M. Chevreul reviendra prochainement sur l'analyse immédiate appliquée au suint de mouton, une des matières les plus complexes de la chimie organique, et sur les principes immédiats qu'il vient d'y découvrir. Il rap-

---

(1) Quant à la couleur de l'eau, dont j'avais dit quelques mots dans la Note déjà citée (*Comptes rendus*, 19 avril 1869), en étudiant les travaux de MM. Bunsen, Beetz, etc., et en faisant moi-même quelques observations, je suis arrivé à croire que ces particules en suspension n'ont qu'une influence secondaire : elles modifient bien d'une manière importante l'apparence et la teinte de l'eau, mais on ne peut leur attribuer l'origine même de la coloration bleue. Mes expériences sur ce point ne sont pas encore terminées.

pelle encore, à propos des erreurs que l'on peut commettre par suite de l'usage des vaisseaux de verre, qu'en annonçant l'existence du *silicate de potasse* dans le suint, celui-ci avait été extrait d'un mouton habillé, et l'analyse en fut faite dans des vaisseaux de platine.

» Enfin, il rappelle que lors de ses recherches sur la cause des taches que présentent les étoffes de laine qui avaient été accidentellement exposées au contact de métaux, tels que le cuivre et le plomb, et qui le sont ensuite à la chaleur humide, il reconnut la présence de l'oxyde de plomb dans tous les flacons de verre blanc qui renfermaient du verre plombeux dit *cristal*, et qu'à partir de cette époque, les flacons de son laboratoire qui renferment des alcalis sont des flacons de verre vert. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Réponse à une Note précédente de* M. Dubrunfaut, *sur le sucre interverti; par* **M. J. Maumené**.

« M. Dubrunfaut rejette complétement un moyen d'analyse dont le défaut ne m'avait pas échappé lorsque j'ai écrit, dans ma Note insérée aux *Comptes rendus*, t. LXIX, à la page 1009 : « Or, *si cette analyse est exacte* », et à la page 1011 : « Je sais combien *il est difficile d'admettre une séparation complète* entre deux corps de même formule ». Ainsi l'erreur que M. Dubrunfaut m'attribue n'existe pas.

» D'ailleurs ce défaut de l'analyse n'atteint pas, à beaucoup près, la proportion que M. Dubrunfaut lui assigne. La séparation des cristaux de glucosate, dans le sucre interverti mêlé de chlorure de sodium, n'a pas les mêmes côtés incertains qne la plupart des séparations du même genre. Quand le sucre ordinaire, par exemple, cristallise au milieu des sirops, ce sucre, qui doit être rangé parmi les corps éminemment doués de la structure cristalline, ne se sépare que difficilement tout entier du reste de la masse, parce que celle-ci, dont la nature est peu différente, tend fortement à le retenir. On n'obtient jamais alors tout le sucre, et, quand toute la cristallisation possible est opérée, la plus légère chaleur fait rentrer une partie du sucre en dissolution, émousse ses angles, etc. Cet effet devient bien plus prononcé dans d'autres cas et en particulier dans celui du glucose. Ce corps, dont la structure n'est, pour ainsi dire, que pseudocristalline, ne sort de *ses* sirops qu'avec une peine extrême, et il y rentre avec la plus grande difficulté.

» Mais le glucosate de chlorure de sodium n'est pas, à beaucoup près, dans les mêmes conditions au milieu du sucre interverti. Ce qui l'entoure est

une masse que je devais croire, il y a quelques semaines, d'une nature absolument opposée, au point de vue cristallographique. D'après M. Dubrunfaut lui-même, cette masse était considérée comme du *lévulosate*, c'est-à-dire comme un corps d'une structure non-seulement différente, mais même opposée à celle du glucose, *opposition* dont le pouvoir rotatoire donne la preuve et la mesure, puisque le glucose est *dextrogyre* et le lévulose *lévogyre*. Il est donc naturel d'admettre que le glucosate sort du sirop de sucre interverti par suite d'une répulsion véritable, qui peut le faire cristalliser en entier. M. Dubrunfaut n'ignore pas la beauté cristalline de ce glucosate. Il n'existe certainement pas de cristaux plus nets, à angles plus vifs, etc., et, une fois formés, ces cristaux résistent beaucoup mieux que les précédents.

» Par la même raison, le glucose, très-difficile à isoler dans son propre sirop, cristallise dans le sucre interverti avec une facilité qui frappe tout observateur attentif, et cela, sans nul doute, à cause de l'action du sucre liquide auquel il n'est pas mêlé et qui est lévogyre.

» Ainsi l'on peut croire à une analyse, au moins approximative, par le chlorure de sodium, et si cette analyse n'est pas *tranchante*, elle ne donne certainement pas une erreur des *trois quarts*, comme l'affirme M. Dubrunfaut.

» Maintenant M. Dubrunfaut entre, selon moi, dans une voie fâcheuse en affirmant de nouveau, et avec la seule base de ses propres expériences, le partage du sucre interverti en deux moitiés égales, une de glucose, une de lévulose. Aux yeux de M. Dubrunfaut, le sucre interverti est une *espèce* déterminée. C'est là, selon moi, une erreur.

» M. Dubrunfaut rappelle, à l'appui de son opinion, trois Mémoires insérés aux *Comptes rendus*; mais on y chercherait vainement une démonstration *expérimentale*, ni le moindre détail sur ses expériences. Pour ne citer qu'un exemple de l'inconvénient de ce système, je ferai observer combien est grand l'embarras où peut nous placer cette phrase de M. Dubrunfaut (*Comptes rendus*, p. 1152) : « La composition que nous avons » donnée.... La synthèse elle-même justifie avec précision les données et les nombres de l'analyse. » Dans quelle Note, dans quelle publication M. Dubrunfaut a-t-il fait connaître cette « *synthèse* » ? Je l'ai cherchée vainement. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Recherches sur les actions de présence ou de contact (force catalytique de Berzélius)*; *par* **M. Dubrunfaut.**

« En considérant les services incontestables qu'ont rendus à la chimie la découverte et l'emploi des propriétés rotatoires, nous avons pensé que ce mode précieux d'investigation pourrait servir à jeter quelques lumières sur divers points litigieux ou obscurs de la science, et déjà nous avons fourni un exemple de ce genre d'applications en faisant servir notre découverte des doubles rotations à l'explication des phénomènes de sursaturation et de surfusion; nous avons ainsi essayé de rattacher aux théories admises et aux principes généraux des faits nombreux qui s'isolaient comme des exceptions ou des anomalies, et à ce point de vue nous croyons avoir servi avec respect les intérêts de la science et de la vérité.

» En appliquant le même mode d'investigation à l'étude de quelques cas particuliers des phénomènes connus sous le nom de *phénomènes catalytiques*, nous avons espéré arriver à jeter sur cet ordre de faits, en apparence mystérieux, des lumières analogues à celles que nous croyons avoir faites pour la sursaturation et la surfusion. C'est ce que nous allons exposer brièvement, en nous renfermant pour aujourd'hui dans ce qui concerne l'action intervertissante des acides sur le sucre cristallisable.

» Cette action rentre sans conteste, on le sait, dans les actions de contact ou de présence si bien spécifiées par Mitscherlich, et la justification de cette distinction est : que l'acide sortant intact de la réaction, on ne peut expliquer les modifications profondes qu'il a produites à l'aide des réactions chimiques usuelles.

» Pour élucider les phénomènes obscurs, nous avons dû nous livrer à diverses reprises, depuis de longues années, à une série de recherches et d'expériences qui ont eu pour but de nous faire connaître les réactions diverses qui se produisent en fonction du temps, de l'espace, des équivalents et de la nature des acides, etc.

» Nous avons d'abord reconnu que l'inversion se produisait avec une contraction manifeste que nous avons pu mesurer. Ainsi, avec 20 grammes de sucre par $0^{lit},1$, la contraction est de 0,00345; avec 40 grammes dans le même volume, elle est de 0,00695; avec 80 grammes, elle s'élève à 0,01390.

» La contraction est uniforme dans ces diverses conditions, et proportionnelle aux quantités de sucre mises en expérience; elle s'applique donc exclusivement au sucre, et elle est grande, puisqu'en la rapportant

au volume du sucre, elle ne représente pas moins de 1,737 pour 100. Cette contraction est telle, qu'avec des appareils appropriés, elle pourrait certainement servir de base à une méthode saccharimétrique.

» L'action intervertissante des différents acides, étudiée dans les mêmes conditions, offre des différences très-grandes. Ainsi l'acide sulfurique, dont l'affinité chimique est si énergique employé à équivalent chimique, a un pouvoir intervertissant qui n'est que la moitié de celui d'un équivalent d'acide chlorhydrique, ce qui assigne à ce dernier acide une grande supériorité dans la pratique de l'inversion. Nous pouvons faire remarquer, dès ce moment, que nous avons dès longtemps signalé une différence de même ordre dans les phénomènes de saccharification des matières amylacées par les acides, ce qui implique une sorte d'identité entre les deux genres de réaction.

» Les acides oxalique et tartrique produisent l'inversion du sucre avec une grande perfection, et lorsqu'on aide la réaction par une élévation de température ou même par l'ébullition, on évite avec ces acides les réactions secondaires que produisent ordinairement les acides minéraux énergiques.

» La température de 100 degrés produit presque instantanément l'inversion faite avec des proportions minimes d'acide, proportions qui exigeraient un temps fort long pour se produire à froid. Nous avons pu intervertir complétement des sirops denses avec un dix-millième d'acide tartique. Ces sirops, abandonnés à eux-mêmes, cristallisaient en masses de consistance mieilleuse, et on les aurait pris pour de véritables miels blancs, quoiqu'on se soit abstenu d'éliminer l'acide.

» Pour pouvoir suivre avec précision les phénomènes d'inversion en fonction du temps à l'aide des appareils optiques, il est nécessaire d'opérer à froid et dans des conditions qui permettent de multiplier les observations pendant la durée d'une expérience. On satisfait à ces conditions en opérant sur des liquides contenant 10, 20, 30 ou 40 grammes de sucre par décilitre, et en les acidulant avec des proportions d'acide qui peuvent varier entre $\frac{1}{4}$ et 1 équivalent. On peut ainsi suivre de l'œil la réaction, dont la durée exige au moins deux heures.

» Avec le coefficient d'inversion admis (0,380) pour la température de + 14 degrés, on connaît d'avance le déplacement total que subira le plan de la polarisation primitive dans les conditions admises pour produire une inversion complète; on a ainsi les données utiles pour suivre avec certitude et sans difficultés les diverses phases du phénomène par rapport au temps.

» Voici ce que l'on observe dans ces conditions en modifiant toutefois légèrement les nombres d'après la loi qu'ils révèlent d'une manière évidente :

» Si la moitié du chemin parcouru par le plan de polarisation pour produire une inversion complète exige un temps pris pour une unité, l'effet produit pendant la deuxième unité sera moitié moindre; il ne sera que le quart pendant la troisième unité, et ainsi de suite; en d'autres termes, la réaction décroît régulièrement comme les carrés des temps. Si l'on construit avec ces éléments la courbe graphique qui représente cette réaction, en prenant pour abscisses les temps et pour ordonnées les mouvements rotatoires qui leur correspondent, on a une courbe parabolique dont la concavité est tournée du côté de l'axe des abscisses.

» Si l'on varie la proportion d'acide, les temps utiles à une réaction complète varient comme les proportions d'acide employées, de sorte que si la réaction s'est accomplie en deux heures avec 1 équivalent d'acide, elle en exigera quatre avec un $\frac{1}{2}$ équivalent, et ainsi de suite. Si, au contraire, on fait varier la proportion de sucre sans rien changer à la proportion d'acide, le temps n'offre pas de rapport régulièrement variable avec la proportion de sucre, et dans ce cas l'accroissement de cette proportion semble se borner à accroître faiblement la puissance intervertissante relative de l'acide.

» Que conclure rigoureusement de ces faits? sinon qu'ils sont de tous points inconciliables avec la théorie du simple contact ou de la simple action de présence attribuée aux substances mises en expérience.

» On voit bien, à la vérité, dans nos expériences, la variation de l'inversion proportionnelle à l'acide dans l'unité de temps quand on fait varier cet élément : mais pourquoi la même variation ne se produit-elle pas suivant la même loi quand on l'applique au sucre ?

» L'inégale aptitude des acides sulfurique et chlorhydrique à produire l'inversion et l'infériorité de l'acide sulfurique ne militent en aucune façon en faveur de l'hypothèse des actions de présence; et les 2 équivalents d'acide sulfurique utiles pour produire l'effet de 1 équivalent d'acide chlorhydrique prouvent l'impuissance du nombre ou de la masse des particules pour rendre compte des effets observés.

» Si, au contraire, on rapproche les phénomènes d'inversion des phénomènes purement chimiques qui se produisent dans beaucoup de circonstances analogues, on reconnaît que l'action des acides dans l'inversion ne

peut être qu'une action chimique de même ordre que celle qui est admise pour expliquer la production de l'éther vinique. Nous n'avons pu réussir à obtenir et à isoler les combinaisons chimiques transitoires qui pourraient se produire et expliquer les faits observés dans ce genre de réactions ; mais nous avons reconnu expérimentalement que les acides donnent au glucose une grande stabilité, tandis qu'ils transforment et détruisent promptement le lévulose quand on fait bouillir le sucre interverti en présence des acides (1).

» Ce qui nous paraît hors de discussion, dans cette réaction, c'est que l'acide est le véhicule chimique de la transformation; que deux molécules de sucre prismatique s'unissent sous l'influence d'une proportion d'acide suffisante pour s'assimiler les 2 équivalents d'eau nécessaire à la constitution des 2 équivalents de glucose différents qui en dérivent. Ces faits tout chimiques étant admis, quoi de plus simple que de rattacher les réactions qui les suivent aux théories explicatives générales des phénomènes purement chimiques? On peut en effet considérer la molécule complexe de sucre interverti comme une combinaison saline décomposable par les acides en lévulose, qui jouerait le rôle d'élément négatif, et en glucose dextrogyre, qui jouerait le rôle de base vis-à-vis de l'acide.

» La transformation du sucre prismatique en sucre interverti est, à n'en pas douter, une réaction chimique, qui ne peut s'expliquer par la théorie des actions de contact ou de présence. Nous avons la conviction qu'en soumettant à un examen sérieux tous les faits de même ordre on arrivera à reconnaître la complète inutilité de la force catalytique pour les expliquer (2).

» Nous permettra-t-on de faire un rapprochement qui ressorte de nos expériences sur le sucre interverti, et qui nous paraît avoir quelque importance pour l'étude de la chimie et de la physique moléculaires, que les progrès incessants de la science tendent à rapprocher et à expliquer par des théories purement mécaniques.

» En physique, en effet, on s'applique à ne voir que des transformations

(1) Nous avons fait connaître ce résultat il y a longtemps en répétant et en interprétant une expérience de M. Malagutti qui se trouve être l'une des preuves les plus évidentes de la composition que nous avons assignée au sucre interverti.

(2) Des savants éminents, dont les noms font justement autorité dans la science, ont depuis longtemps jugé sévèrement la conception de la force catalytique, et ils se sont accordés à la considérer comme une simple substitution d'un mot à un fait. Nous nous estimerions fort heureux de pouvoir justifier par des faits les jugements préconçus qui se sont produits sous les grands noms de Chevreul, Regnault, Liebig, etc.

de forces et de mouvements, et, comme la matière ne peut affecter qu'un état de repos apparent ou statique, il en résulte que les phénomènes chimiques ne seraient en réalité que des conditions diverses de repos statiques apparents ou de mouvements acquis, échangés ou restitués.

» L'inversion qui a servi de base aux recherches résumées dans cette Note révèle des conditions évidentes de mouvement moléculaire accusés surabondamment par les phénomènes lumineux qui les accompagnent, et les lois que nous avons observées sur le mode d'être de ce mouvement nous ont paru offrir une particularité remarquable. Il est représenté, en effet, par une courbe parabolique qui est assujettie à certaines conditions, dont on trouve un exemple dans les mouvements uniformément variés et dans la trajectoire de nos projectiles.

» La courbe parabolique qui représente l'ordre de succession des mouvements accomplis pendant l'inversion n'est-elle pas la résultante de tous les mouvements individuels développés dans les particules actives du sucre prismatique pendant l'inversion? Elle pourrait être ainsi la représentation exacte et la résultante du mouvement moléculaire et chimique qui se produit dans toutes les circonstances analogues à celles que nous avons étudiées dans l'inversion du sucre prismatique.

» Nous aurons à étendre cette étude à tous les faits qui seront accessibles à de pareils modes d'expérimentation. Déjà nous avons reconnu dès longtemps que la transformation moléculaire du glucose dissous mesurée dans ses phases en fonction du temps donne, ainsi que l'inversion, une courbe parabolique. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Du sucre normalement contenu dans le vin ; par* **M. A. Petit.**

« Les nombreux échantillons de vin que j'ai examinés jusqu'à présent (vins de Bordeaux, Bourgogne, Cahors, vins des côtes du Cher, de la Loire, vins du département de l'Indre, etc.) contenaient *tous* une quantité de sucre variant de 5 grammes à $0^{gr},50$ par litre.

» Au contraire, dans *tous* les vins boutés, ou altérés par la vieillesse, il m'a été impossible de constater la présence du sucre.

» Les vinaigres contiennent généralement du sucre, et j'ai trouvé d'excellents vinaigres de vin marquant 2 ou 3 degrés à droite au polarimètre de Soleil pour revenir à la teinte sensible. Il n'est pas rare, du reste, dans une fermentation lente, de voir les bulles d'acide carbonique partir du bas et les *mycoderma aceti* se former à la surface.

» Pour doser le sucre des vins et vinaigres, il faut les décolorer au moyen du charbon animal. Ils réduisent alors très-nettement la liqueur de Fehling, et le dosage est des plus faciles. Les résultats restent les mêmes quand on précipite préalablement les acides du vin par l'acétate de plomb en excès. En opérant ainsi, j'ai trouvé $1^{gr},20$ de sucre par litre dans du vin de 1846, et $1^{gr},30$ dans du vin de 1825, très-généreux et parfaitement conservé.

» J'ai contrôlé la plupart de mes dosages par des expériences de fermentation. Mais les matières du vin s'opposent à l'action du ferment, et il est nécessaire d'isoler le sucre. On y parvient en saturant par l'eau de chaux, évaporant à siccité, traitant le résidu par l'alcool à 40 degrés, et évaporant l'alcool. En reprenant par de l'eau distillée, et ajoutant de la levûre de bière, on voit *instantanément* commencer le dégagement de gaz. J'appelle, en effet, l'attention sur ce point, que, la levûre de bière étant en présence du sucre, qu'il s'agisse de glucose ou de sucre candi parfaitement cristallisé, le dégagement d'acide carbonique est instantané, si aucun corps étranger ne vient entraver l'action du ferment. »

ZOOLOGIE. — *Nouvelle détermination des espèces chevalines du genre* Equus; Note de **M. A. Sanson**, présentée par M. Ch. Robin.

« Dans des Communications antérieures, j'ai établi, par des preuves expérimentales, que chez les vertébrés mammifères, les véritables caractères spécifiques se tirent des formes osseuses, et particulièrement de celles de la tête et du rachis, en ce sens que ces formes se reproduisent invariablement dans la suite des générations qui constituent la race de chaque espèce naturelle. Sur cette donnée fondamentale, que je dois considérer comme démontrée, du moment qu'aucune objection valable ne lui a été opposée, j'ai institué une méthode générale de détermination des espèces, et j'en ai fait l'application aux genres d'animaux domestiques qui sont l'objet spécial de mes études zootechniques. Déjà quelques-uns des résultats auxquels elle m'a conduit ont été communiqués à l'Académie. Aujourd'hui, je demande la permission d'exposer sommairement l'ensemble de ces résultats, en ce qui concerne mes recherches sur le genre *Equus*.

» Parmi les espèces classiques de ce genre, on n'en a jusqu'à présent admis qu'une seule, appelée *E. Caballus*, embrassant tous les chevaux domestiques, et on l'a divisée en races très-nombreuses, qui n'en seraient que des dérivés. En soumettant à une analyse méthodique les populations chevalines de notre hémisphère, je suis arrivé à cette conclusion, que, sous la dé-

signation unique dont il s'agit, on a en réalité confondu plusieurs espèces, ayant chacune son type ostéologique propre et son origine distincte. L'application de la méthode m'a permis de les déterminer toutes d'une manière très-nette. En m'aidant des faits acquis à l'histoire des migrations des populations humaines et de leurs invasions, dans lesquelles les chevaux ont joué un si grand rôle, je suis parvenu à établir l'aire géographique de ces espèces avec assez de précision et de certitude. Les nouvelles études paléo-ethnologiques m'ont été aussi pour cela d'un grand secours; et j'ai toujours rencontré, dans les modes de répartition des races, une concordance parfaite entre ce qui concerne les types humains et ce qui se rapporte aux espèces d'animaux domestiques qu'ils ont entraînées à leur suite.

» Pour établir la nomenclature des espèces chevalines jusqu'alors inconnues ou méconnues que j'ai déterminées, j'ai cru devoir ne m'écarter que le moins possible des habitudes reçues en histoire naturelle. Il m'a paru que le mieux serait de se borner à ajouter aux termes usités déjà pour désigner l'unique espèce admise dans le genre, et qui embrasse tous les chevaux, un qualificatif exprimant l'origine de chacune des espèces nouvellement déterminées. Ce qualificatif, je l'ai emprunté au nom par lequel les latins désignaient eux-mêmes les habitants des localités originaires de ces espèces. Celles-ci sont au nombre de huit, dont quatre brachycéphales et quatre dolichocéphales. En voici l'énumération, avec quelques-unes des particularités qui les concernent. Elles sont décrites en détail dans un travail complet que je prépare pour la prochaine édition de mon ouvrage de zootechnie.

I. *Espèces brachycéphales.*

» *E. Caballus asiaticus.* — Originaire du plateau central de l'Asie. Sa race a pénétré et s'est établie partout où les peuples indo-européens, d'abord, puis les peuples Goths, se sont répandus. Dans les temps modernes, elle a été introduite, sous le nom de *race arabe*, dans le nord de l'Afrique et dans tous les pays de l'Europe occidentale, où elle a donné naissance à plusieurs variétés, dont la plus connue est celle des chevaux anglais de course.

» *E. Caballus africanus.* — Originaire du nord-est de l'Afrique, probablement de la Nubie. Cette espèce se distingue des autres, indépendamment de ses caractères crâniologiques, par une vertèbre de moins dans la région lombaire, qui a en outre des formes propres. Sa race, mélangée avec celle du type asiatique, occupe encore aujourd'hui le nord de l'Afrique, où elle est devenue rare à l'état de pureté. Elle a été introduite en Espagne, dans le midi et le centre de la France, par les Maures ou Sarrasins, en même

temps que celle des autres chevaux arabes. Ses variétés sont celles des chevaux Barbes, Andalous, Navarrins et Limousins.

» *E. Caballus hibernicus.* — Originaire de l'Irlande et du pays de Galles, que sa race habite encore aujourd'hui. Elle a été introduite sur le littoral de l'Armorique, au IVe siècle, par les Bretons insulaires qui s'y sont établis, fuyant devant l'invasion des barbares du Nord. Ses variétés sont celles des Poneys irlandais et des chevaux bretons.

» *E. Caballus britannicus.* — Originaire de l'ancienne Britannia. Sa race habite le littoral, des deux côtés du Pas-de-Calais. Elle est connue en Angleterre sous le nom de *cheval noir* (*Black horse*), de *cheval de Norfolk*, de *Suffolk-punch*, et en France sous celui de *race boulonnaise*.

II. *Espèces dolichocéphales.*

» *E. Caballus germanicus.* — Originaire des duchés et des îles danoises. Sa race s'est étendue à toute l'Allemagne du Nord. Elle a été introduite partout où les barbares germains et scandinaves envahisseurs se sont établis, notamment sur les rivages de la Manche, où les Northmans ont fondé leur colonie. Elle a formé les variétés nombreuses des chevaux allemands, celle des carrossiers anglais, et celle des chevaux normands, toutes maintenant croisées avec celle des chevaux de course.

» *E. Caballus frisius.* — Originaire de la Frise. Sa race habite aujourd'hui principalement les Flandres, et elle est connue sous le nom de *race flamande*. Elle a été introduite sous le règne de Henri IV, dans les marais de la Vendée, après leur desséchement, où elle est devenue ce qu'on appelle la race poitevine mulassière.

» *E. Caballus belgius.* — Originaire de la Belgique, dans le bassin de la Meuse. Sa race habite le Brabant, le Hainaut, les provinces de Liége et de Namur, le Luxembourg et les Ardennes, où ses variétés portent les noms de ces provinces.

» *E. Caballus sequanus.* — Originaire du bassin parisien de la Seine. Sa race n'a pas cessé de l'habiter et de s'y reproduire à l'ouest de Paris, dans les départements d'Eure-et-Loir, de l'Orne, de l'Eure, de la Sarthe et de Loir-et-Cher. Elle est connue et renommée dans le monde entier sous le nom de *race percheronne*.

» Il y a donc, dans le genre *Equus*, huit espèces de chevaux domestiques, au lieu d'une seule, comme on l'avait cru jusqu'à présent. Chacune de ces espèces a sa race, dans l'aire géographique de laquelle se sont formées, avec le temps, sous l'influence des milieux naturels ou artificiels, des

variétés dépendantes des modifications subies par ses aptitudes physiologiques, mais laissant parfaitement intact le type ostéologique qui la caractérise. On pourrait s'étonner, au premier abord, de voir tant d'espèces chevalines originaires du nord-ouest de l'Europe; mais l'impression d'étonnement cesse dès qu'on songe que l'Asie, le midi de l'Europe et l'Afrique ont, de leur côté, indépendamment de leurs espèces chevalines propres, les Hémiones, les Anes et les Zébrides, tout aussi nombreux.

» Dans des Notes ultérieures, je me propose de faire connaître les résultats semblables auxquels je suis arrivé, en appliquant la même méthode de détermination aux autres genres d'animaux domestiques qui font l'objet de mes études. »

CHIMIE ANIMALE. — *Sur la composition chimique des ossements fossiles.* Note de **M. A. Scheurer-Kestner**, présentée par M. Milne Edwards.

« I. M. le Dr Faudel m'a remis, il y a environ deux ans, des ossements fossiles qui avaient été trouvés dans le lehm à Eguisheim, aux environs de Colmar. Ces ossements comprenaient un fragment de pariétal humain, un débris de crâne de Cerf et un morceau d'humérus de Mammouth. L'analyse que je fis de ces échantillons me conduisit à admettre, à côté de l'osséine ordinaire, insoluble dans l'acide chlorhydrique affaibli, l'existence d'une autre substance azotée, mais qui entrait en dissolution avec les sels calcaires lorsqu'on traitait la matière par l'acide chlorhydrique affaibli, suivant les prescriptions de M. Chevreul. Le temps ne me permit pas, à cette époque, de continuer mes recherches sur l'existence et les propriétés de cette nouvelle substance. Je dus me borner, après avoir dosé l'azote dans les ossements, ainsi que l'osséine, séparée par l'acide chlorhydrique et déterminée par la méthode indiquée par M. Fremy, à regarder comme osséine soluble le produit de la différence entre le dosage de l'osséine et la teneur en azote, ramenée par le calcul à la formule de l'osséine. C'est dans ces conditions que je déterminai la composition de ces différents ossements et que je crus pouvoir en conclure la contemporanéité des os du Cerf, du Mammouth et du pariétal humain. La preuve chimique n'était venue, du reste, que confirmer les constatations géologiques établies déjà avec compétence par M. Faudel.

» Depuis lors, j'ai pu continuer mes recherches; les nouveaux résultats que j'ai obtenus sont venus confirmer et compléter ceux que j'ai eu l'honneur de communiquer en 1867 à la Société d'histoire naturelle de Colmar,

et montrer que l'osséine soluble non-seulement n'est pas rare dans certains ossements géologiquement fossiles, mais qu'on la rencontre en grandes quantités dans des ossements de l'époque historique, pourvu qu'ils se soient trouvés dans des conditions favorables à sa formation et à sa conservation.

» Si l'analyse chimique des ossements s'en complique un peu, sa valeur comme argument sur l'âge relatif d'un ossement s'en trouve singulièrement augmentée. En effet, il y a plusieurs années M. Delesse a insisté sur les indications que la géologie pourrait trouver dans l'analyse comparative des ossements, et spécialement dans le dosage de l'azote, en faisant remarquer, toutefois, qu'il est nécessaire de n'opérer que sur des ossements trouvés dans le même terrain et enfouis dans les mêmes conditions. Le dosage de l'azote conduit, par le calcul, à la proportion de matière animale qui subsiste dans l'os; donc, s'il est prouvé que cette matière elle-même peut être scindée en deux autres, douées de propriétés différentes, et dont l'une dérive de l'autre par l'action du temps, on aura, dans l'étude de la distribution de ces deux substances dans les ossements, un moyen presque infaillible de déterminer s'ils sont, ou non, contemporains.

» Voici l'analyse de ces trois échantillons :

	Pariétal humain.	Cheval fossile.	Mammouth.
Osséine ordinaire.....	3,1	3,9	2,8
Osséine soluble.......	12,3	9,3	8,9
Eau................	6,0	6,8	5,7
Silice..............	3,5	0,3	12,4
Phosphate et carbonate de calcium.........	74,4	79,3	70,1
	99,3	99,6	99,9

» Les uns contiennent un peu plus de silice, les autres un peu moins; ces différences n'ont pas d'importance, elles tiennent à la porosité plus ou moins grande de l'os; de plus, il n'est pas toujours facile de trouver une tranche entière de l'os, et il faut cependant éviter d'opérer sur la partie spongieuse de l'un et sur la partie externe de l'autre. Quoi qu'il en soit, on sera bien plus frappé de l'analogie de composition de ces ossements une fois qu'on aura vu les résultats fournis par l'analyse des ossements extraits également du lehm et datant des premiers siècles de l'ère chrétienne.

» En attribuant à la présence et à la composition de la matière azotée des os fossiles une si grande importance, je me conforme, du reste, à l'opinion émise par M. Élie de Beaumont à propos de la mâchoire humaine d'Abbeville, découverte par M. Boucher de Perthes : « Les hommes et les

» éléphants dont les ossements seraient confondus dans un dépôt diluvien n'auraient pas nécessairement été contemporains, et l'état de conservation différent de leur matière gélatineuse suffirait, suivant moi, pour avertir qu'ils remontent à des époques très-différentes. »

» Les ossements d'éléphant et d'homme dont l'analyse figure plus haut ont leur matière gélatineuse dans le même état de conservation. Non-seulement on trouve dans l'un comme dans l'autre à peu près la même proportion de matière gélatineuse, mais cette substance elle-même a, dans l'un comme dans l'autre, la même composition immédiate :

	Pariétal humain.	Mammouth.
Osséine insoluble	20,12	23,8
Osséine soluble	79,88	76,2
100 parties de matière animale	100,00	100,0

» II. Des ossements humains provenant également du lehm ont donné les résultats suivants :

	1	2	3	4	5
Osséine insoluble	85,0	73,0	73,5	93,5	72,5
Osséine soluble	15,0	27,0	26,5	6,5	27,5
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

» 1. Crâne trouvé à Herrlisheim, aux environs d'Eguisheim, dans le lehm, cimetière de l'époque franke, datant du IVe ou Ve siècle.

» 2. Crâne trouvé à Colmar et ayant séjourné pendant plusieurs siècles dans la terre entremêlée de décombres.

» 3. Pariétal humain trouvé dans le lehm, à Colmar, datant de l'époque gauloise.

» 4. Pariétal trouvé dans le gravier et datant de l'époque mérovingienne, reconnu par les objets qui accompagnaient le squelette.

» 5. Crâne trouvé à Heidwiller, à 1 mètre de profondeur, datant de l'époque mérovingienne.

» On voit que la composition de ces ossements n'a pas de rapports avec celle des fossiles accompagnant le Mammouth ; ici, les rapports entre les deux osséines sont renversés. N'omettons pas d'ajouter que ces derniers ont été ramassés dans la même couche de terrain que les fossiles. Par conséquent, il est impossible que le pariétal d'Eguisheim soit de la même époque ou d'une époque même rapprochée.

» III. Des ossements d'ours des cavernes de Sentheim (*Ursus spelæus*) ont donné des résultats analogues aux précédents :

	Tête.	Fémur.
Osséine soluble......	7,11 p. 100	1,88 p. 100
Osséine insoluble....	1,28 »	0,64 »

» IV. Je dois à l'obligeance de M. Leguay des échantillons d'ossements humains qui ont été trouvés, dans une galerie couverte, à Vauréal, près de Pontoise; ces ossements se sont, sans doute, trouvés dans des conditions de prompte décomposition, et à l'abri de courants d'eau trop fréquents ou trop prolongés; ils renferment de l'osséine soluble en très-grandes quantités; c'est la source la plus riche en osséine soluble que j'aie rencontrée :

	Machoire d'homme.	Machoire de femme.	Fragment de fémur.
Osséine soluble......	14,69 p. 100	8,86 p. 100	5,06 p. 100.
Osséine insoluble.....	2,52 »	7,14 »	6,62 »

» V. Un tibia et un pariétal provenant d'une allée couverte d'Argenteuil ont fourni les résultats suivants :

	Tibia.	Pariétal.
Osséine soluble.......	6,59 p. 100	4,79 p. 100
Osséine insoluble.....	4,28 »	3,44 »

» VI. Pour constater la présence de l'osséine soluble dans les ossements analysés, je commence par doser l'azote total de la matière animale, en le transformant en ammoniaque par calcination avec de la chaux sodée. Une autre portion de l'os est traitée par l'acide chlorhydrique dilué (5 à 6 degrés Baumé), de manière à dissoudre complétement les carbonate et phosphate calcaires; le résidu, qui se compose des substances minérales insolubles dans l'acide et de la gélatine ou osséine insoluble, est déposé sur un filtre taré, lavé, séché et pesé. Après calcination, on a le poids des matières minérales insolubles (silice et silicates), que l'on retranche du poids total fourni par la pesée des substances restées sur le filtre. On obtient, de cette manière, la teneur en osséine insoluble et en osséine totale, en ramenant, par le calcul, l'azote à la formule de l'osséine : la différence entre les deux nombres représente l'osséine soluble. Cependant, je ne me suis pas borné à ce dosage par différence. Les liquides acides séparés, par filtration, de l'osséine insoluble renferment toute l'osséine soluble; il suffit d'en évaporer une petite quantité sur une lame de platine, et de calciner le résidu, pour en reconnaître la présence par l'odeur de corne brûlée que répand la matière calcinée. Ces liquides, après avoir été saturés par la soude, ont été évaporés au bain-marie; la substance sèche a été mélangée à de la

chaux sodée, pour y doser l'azote. Si l'opération par différence était exacte, on doit retrouver, dans le deuxième dosage de l'azote, une quantité de ce corps égale à celle que doit fournir l'osséine soluble; c'est ce qui a lieu. Voici, comme exemple, une des expériences faites de cette manière :

*Tête d'*Ursus spelæus.

Osséine calculée sur la totalité de l'azote renfermé dans les ossements....		8,23 p. 100
L'osséine insoluble a produit	1,28 p. 100	
Osséine calculée sur l'azote des liquides acides évaporés....	7,11 »	
Osséine totale	8,39 »	

» Les deux nombres 8,23 et 8,39 ne sont pas discordants et prouvent, en outre, que la composition élémentaire des deux osséines n'offre pas de différences considérables.

» VII. J'ai cherché à isoler de cette osséine soluble; mais, quoique soluble, même dans l'eau pure, elle se sépare difficilement de l'énorme quantité de matières minérales qui la retiennent : 300 grammes d'os (1), réduits en poudre et triturés avec un litre d'eau, ont produit, après filtration et évaporation au bain-marie, une petite quantité d'un liquide sirupeux, ayant l'odeur de la gélatine en décomposition, et ne précipitant ni les sels de platine, ni ceux de mercure; le liquide avait une réaction alcaline, était exempt d'ammoniaque et de sels ammoniacaux, renfermait des chlorures, et donnait au spectroscope les raies du sodium et du calcium. »

« **M. Élie de Beaumont**, à l'occasion de la Communication faite par M. Milne Edwards, rappelle les nombreuses analyses d'ossements d'espèces diverses et de différentes périodes qui ont été exécutées par M. Husson, pharmacien à Toul, ainsi que par son fils, pharmacien militaire, élève de l'École de Strasbourg, et communiquées à l'Académie dans la séance du 11 février 1867 (2). Dans ces analyses, MM. Husson ne s'étaient pas préoccupés du partage de l'osséine en osséine soluble et osséine insoluble, et moi-même, continue M. Élie de Beaumont, dans le passage que M. A. Scheurer-Kestner a bien voulu me faire l'honneur de rappeler (3), je n'avais pas fait d'allusion anticipée à cette distinction, en parlant de l'état de conservation diffé-

(1) De la galerie de Vauréal.
(2) *Comptes rendus*, t. LXIV, p. 288.
(3) *Comptes rendus*, t. LVI, p. 937 (séance du 18 mai 1863).

rent de la matière gélatineuse des ossements d'hommes et d'éléphants que le hasard des transports superficiels pourrait avoir rapprochés, mais plutôt à la proportion et à un état de décomposition encore indéterminé de la partie de cette matière qui n'était pas détruite.

» J'applaudis assurément à l'heureuse idée introduite, je crois, pour la première fois par M. Scheurer-Kestner de joindre, à la mesure de la quantité de matière gélatineuse conservée, celle du degré de transformation qu'elle a éprouvé, et j'espère, comme cet habile chimiste, qu'on pourra en déduire un moyen de déterminer si des ossements sont ou non contemporains; mais ce moyen ne pourra être d'une application certaine que lorsque l'agglomération des chiffres obtenus par l'analyse chimique sera devenue un peu moins disparate qu'elle ne l'est encore dans les résultats consignés ci-dessus. La distinction entre l'osséine insoluble et l'osséine soluble permettra d'ailleurs de se rendre un compte plus complet de la marche du procédé d'élimination graduelle qui finit par priver complétement de leur osséine la plupart des ossements enfouis dans le sein de la terre.

» Quant à présent, je crois devoir faire remarquer que le pariétal humain analysé par M. Scheurer-Kestner contenait 15,4 pour 100 d'osséine, tandis que l'humérus de Mammouth en contenait seulement 11,7 pour 100, résultats qui, comparés à ceux de M. Husson, prouvent que l'un et l'autre ossement avaient perdu plus de la moitié de l'osséine qu'ils avaient dû contenir à l'état frais, mais que l'ossement de Mammouth en avait perdu plus que l'ossement humain : et j'ajoute que, l'humérus de Mammouth ayant absorbé trois fois et demie plus de silice que le pariétal humain, on peut admettre que ces deux os n'ont pas toujours été conservés dans des circonstances identiques comme il faudrait qu'ils l'eussent été pour que la conclusion de M. Scheurer-Kestner s'y appliquât légitimement.

» La destruction très-lente de la substance gélatineuse (osséine) dont sont remplis les interstices de la matière rigide qui forme le squelette des os explique comment les ossements très-longtemps exposés à l'action des agents destructeurs finissent par acquérir la propriété de happer à la langue, propriété dont ne jouissent pas les ossements récents ou conservés dans des conditions préservatrices. Il ne serait pas sans intérêt de constater à quel taux de réduction de la matière gélatineuse commence, pour les ossements, la propriété de happer à la langue, et si cette propriété se rattache à la proportion existante entre l'osséine insoluble et l'osséine soluble.

» Ceci me rappelle une scène dont j'ai été témoin, dans une séance de

l'Association des médecins et des naturalistes allemands, réunis à Bonn, en 1835.

» M. Schmerling, ayant annoncé que les ossements d'Ours et les ossements humains trouvés ensemble par lui dans la caverne de Chockier, près de Liége, étaient exactement dans le même état, M. Buckland dit que les premiers se distinguaient des autres par la propriété de happer à la langue, ce que M. Schmerling révoqua en doute.

» M. Buckland prit aussitôt un os d'Ours, l'appliqua sur l'extrémité de sa langue, à laquelle il resta suspendu, ce qui n'empêchait pas absolument le savant professeur de parler, et, se tournant successivement vers les différentes parties de l'Assemblée, M. Buckland répéta à plusieurs reprises, d'une voix un peu gutturale : *Vous dites qu'il ne happe pas à la langue!*

» M. Schmerling fit immédiatement après des essais réitérés pour faire adhérer à sa propre langue quelques-uns de ses ossements humains; mais il ne put y parvenir.

» Il est bon de remarquer cependant que ce critérium et, en général, les résultats constatés de l'élimination de la substance gélatineuse des ossements, ou de sa transformation graduelle, ne doivent être appliqués qu'avec beaucoup de réserve et de discernement. L'ivoire de Sibérie, qui est en Russie un objet de commerce, se travaille aussi bien que l'ivoire de l'Inde enlevé aux Éléphants actuellement vivants. Il le doit à ce qu'il a été conservé dans le *diluvium* perpétuellement glacé de la vallée de l'Obi. Au contraire, les défenses d'Éléphant qu'on trouve en abondance dans le *diluvium* de l'Angleterre et de la France sont devenues presque friables, et on a souvent de la peine à les empêcher de tomber en fragments.

» Une température glaciale n'est peut-être pas la seule cause qui puisse empêcher la déperdition de la partie gélatineuse des ossements. Deux os d'un même animal qui auraient été enfouis au même moment, l'un dans un diluvium arénacé, l'autre dans un dépôt d'argile, pourraient se trouver aujourd'hui dans des états très-différents, sous le rapport de l'état de conservation, soit en quantité, soit en qualité, de la substance gélatineuse qu'ils contenaient à l'état frais. »

M. Coffin adresse une Note manuscrite portant pour titre « Métaphysique du calcul différentiel ».

(Cette Note est renvoyée à l'examen de M. Serret.)

M. Fawcett-Battye adresse une brochure, écrite en anglais, sur les surfaces du cercle et du carré.

(Cette brochure est renvoyée à l'examen de M. Faye.)

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 29 novembre 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

Bulletin de la Société botanique de France, t. XVI, *session extraordinaire à Pontarlier*, juillet 1869. Paris, 1869; in-8°.

Introduction à l'étude de la faune profonde du lac Léman; par M. F.-A. Forel. Lausanne, 1869; opuscule in-8°.

Notes sur une maladie épizootique qui a sévi chez les perches du lac Léman en 1867; *par* M. F.-A. Forel. Lausanne, 1868; opuscule in-8°.

Notes sur les éducations en plein air du ver à soie du mûrier; par M. F.-A. Forel. Lausanne, 1868; opuscule in-8°.

Étude sur le typhus des perches; épizooties de 1867 *et* 1868; *par* MM. F.-A. Forel *et* G. Du Plessis. Lausanne, 1868; opuscule in-8°.

Cinématique. Premiers principes de la théorie géométrique des excentriques et des engrenages; par M. Ch. Girault. Caen, 1869; br. in-8°.

Théorie des jeux de hasard. Analyse du craps; par M. Auguste. Bordeaux, 1870; br. in-8°. (3 exemplaires.)

Atti... *Actes de l'Institut royal vénitien des Lettres, Sciences et Arts*, de novembre 1868 à octobre 1869, 10e cahier. Venise, 1868-1869; in-8°.

Atti... *Actes de la Société italienne des Sciences naturelles*, t. XII, 1er fascicule, feuilles 1 à 15. Milan, 1869; in-8°.

Memorie... *Mémoires de l'Académie des Sciences de l'Institut de Bologne*, 2e série, t. VII, fascicules 1 à 4; t. VIII, fascicules 1 à 4. Bologne, 1868-1869; 2 vol. in-4°.

Memorie... *Mémoires de l'Institut royal lombard des Sciences et des Lettres : Classe des Sciences mathématiques et naturelles,* t. XI ; 3e série, t. II, 2e fascicule. Milan, 1868 ; in-4°.

Reale... *Comptes rendus del'Institut royal lombard des Sciences et des Lettres,* 2e série, t. II, fascicules 11 à 16. Milan, 1869 ; 5 numéros in-8°.

Atti... *Actes de la fondation scientifique Cagnola,* t. V, 1re partie. Sans lieu ni date ; br. in-8°.

Rendiconto... *Comptes rendus des sessions de l'Académie des Sciences de l'Institut de Bologne,* années académiques 1867-1868, 1868-1869. Bologne, 1868 et 1869 ; 2 br. in-8°.

Proceedings... *Procès-verbaux de la Société philosophique américaine de Philadelphie,* t. XI, n° 81. Philadelphie, 1869 ; in-8°.

Transactions... *Transactions de la Société philosophique américaine de Philadelphie,* t. XIII, nouvelle série, 3e partie. Philadelphie, 1869 ; 1 vol. in-4° avec planches.

The... *Almanach nautique et éphémérides astronomiques pour l'année* 1873, *avec un appendice contenant les éléments d'éphémérides de Cérès, Pallas, Junon, Vesta et Astrée, publié par les lords Commissaires de l'Amirauté.* Londres, 1869 ; in-8°.

Clinical... *Notes cliniques sur les maladies du larynx, reconnues et traitées à l'aide du laryngoscope; par* M. W. MARCET. Londres, 1869 ; in-12 relié.

Sitzungsberichte... *Comptes rendus de l'Académie royale des Sciences de Bavière,* 1869 ; t. I, liv. 3 et 4 ; t. II, liv. 1. Munich, 1869 ; 3 brochures in-8°.

Abhandlungen... *Mémoires de la Classe des Sciences mathématiques de l'Académie royale des Sciences de Bavière,* t. X, 2e série. Munich, 1869 ; in-4°.

Ueber... *Sur le développement de la chimie agricole; par* M. A. VOGEL. Munich, 1869 ; in-4°.

Denkschrifst... *Éloge historique de* Carl.-Friedr.-Phil. de Martius ; *par* M. C.-F. MEISSNER. Munich, 1869 ; in-4°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 6 décembre 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

De l'administration de la quinite dans les fièvres d'accès, comme succédané du sulfate de quinine; par M. HALMAGRAND. Paris et Orléans, 1869; in-8°. (Adressé au concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1870.)

Les enfants assistés et la famille; par M. M. BOUCHERON. Paris, 1869; in-8°. (Adressé au concours du prix de Statistique, 1870.)

Mémoires de l'Académie impériale des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse, 7e série, t. I. Toulouse, 1869; in-8°.

Congrès agricole de Lyon. — Séance du 24 avril 1869. — De l'éducation rationnelle des vers à soie et de la décentralisation de la sériciculture en France; par M. E. DE MASQUARD. Lyon, 1869; br. in-8°. (Trois exemplaires.)

Bulletin de la Société royale de Botanique de Belgique, t. VIII, 8e année, nos 1 et 2. Bruxelles, 1869; 2 br. in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Reims, t. VI, n° 33, juillet et août 1869. Reims et Paris, 1869; in-8°.

Nouvelles Annales de la Société d'Horticulture de la Gironde, année 1869, n° 1, octobre 1869. Bordeaux, 1869; in-8°.

Bulletin de la Société botanique de France, t. XVI, 1869. *Revue bibliographique*, D. Paris, 1869; in-8°.

Tableau minéralogique; par M. ADAM. Paris, 1869; in-4° oblong, cartonné.

Upon... *Sur certaines questions importantes relatives aux surfaces des cercles et des carrés; par* M. R. FAWCETT BATTYE. Londres, 1869; br. in-8°.

Figures... *Figures de la Grande-Bretagne caractéristiques des terrains, avec des remarques descriptives; par* M. W. HELLIER BAILY, 2e partie, planches 11 à 20. Londres, 1869; br. in-8°. (Présenté par M. Milne Edwards.)

The medical Record... *Journal bimensuel de Médecine et de Chirurgie*, n° 89. Londres, novembre 1869; in-4°.

Annali... *Annales de physique; par* l'abbé Fr. ZANTEDESCHI, 2e fascicule. Padoue, 1849-1850; in-8°.

Astronomische... *Observations astronomiques; par* M. R. WOLF, novembre 1869. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Flora... *Flore italienne, ou Description des plantes qui naissent sauvages en*

Italie, ou sont passées à l'état marron en Italie et dans les îles voisines, t. IV, 2e partie; *par* M. le professeur P. PARLATORE. Florence, 1869; in-8°.

La lega... *La ligue de l'enseignement; par* M. le professeur P. DE NARDI. Milan. 1869; br. in-8°.

Di... *Sur un nouveau phénomène observé dans la fermentation des raisins; par* M. le professeur E. POLLACCI. Sienne, 1867; opuscule in-8°.

Alcuni... *Quelques comparaisons entre la fermentation pratiquée par la méthode ordinaire et celle dans laquelle on maintient les marcs immergés dans le liquide; par* M. E. POLLACCI. Sienne, 1869; opuscule in-8°.

Di... *Sur un fait chimique qui redresse les erreurs commises dans la recherche du glucose et montre le moyen de les éviter à l'avenir; par* M. E. POLLACCI. Sienne, 1869; opuscule in-8°.

Metodi... *Méthodes pratiques pour déterminer la proportion de sucre dans le moût, les vins et autres substances; par* MM. E. POLLACCI *et* C. PASQUINI. Pistoia, 1869; br. in-8°.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE NOVEMBRE 1869.

Annales industrielles; nos 22 à 25, 1869; in-4°.

Annales de l'Agriculture française; 15 et 30 novembre 1869; in-8°.

Annales de la Propagation de la foi; novembre 1869; in-8°.

Annales de l'Observatoire Météorologique de Bruxelles; n° 10, 1869; in-4°.

Annales du Génie civil; novembre 1869; in-8°.

Bibliothèque universelle et Revue suisse; n° 143, 1869; in-8°.

Bulletin de l'Académie impériale de Médecine; nos des 31 octobre et 15 novembre 1869; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique, n° 8, 1869; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique; nos 9 et 10, 1869; in-8°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale; septembre 1869; in-4°.

Bulletin de la Société française de Photographie; novembre 1869; in-8°.

Bulletin de la Société Géologique de France; feuilles 25 à 34, 1869; in-8°.

Bulletin de Statistique municipale, publié par les ordres de M. le Baron HAUSSMANN; juin et juillet 1869; in-4°.

Bulletin général de Thérapeutique; 15 et 30 novembre 1869; in-8°.

Bulletin hebdomadaire du Journal de l'Agriculture; nos 45 à 49, 1869; in-8°.

Bulletin international de l'Observatoire impérial de Paris, feuille autographiée, du 9 août au 30 novembre 1869; in-4°.

Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche et fisiche; juin 1869; in-4°.

Bullettino meteorologico dell' Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto; n° 8, 1869; in-4°.

Bullettino meteorologico del R. Osservatorio del Collegio Romano; nos 9 et 10, 1869; in-4°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences; nos 18 à 22, 2e semestre 1869; in-4°.

Cosmos; nos des 6, 13, 20, 27 novembre 1869; in-8°.

Gazette des Hôpitaux; nos 129 à 142, 1869; in-4°.

Gazette médicale de Paris; nos 45 à 49, 1869; in-4°.

Il Nuovo Cimento... *Journal de Physique, de Chimie et d'Histoire naturelle;* octobre 1869; in-8°.

Journal d'Agriculture pratique; nos 44 à 48, 1869; in-8°.

Journal de Chimie médicale, de Pharmacie et de Toxicologie; novembre et décembre 1869; in-8°.

Journal de l'Agriculture; nos 80 et 81, 1869; in-8°.

Journal de la Société impériale et centrale d'Horticulture; octobre 1869; in-8°.

Journal de l'Éclairage au Gaz; nos 15 à 17, 1869; in-4°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées; septembre 1869; in-4°.

Journal de Médecine de l'Ouest; 31 octobre 1869; in-8°.

Journal de Médecine vétérinaire militaire; septembre et octobre 1869; in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; novembre 1869; in-8°.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; n° 31, 1869; in-8°.

Journal des Fabricants de Sucre; nos 31 à 34, 1869; in-fol.

Kaiserliche... *Académie impériale des Sciences de Vienne;* n° 22 à 25, 1869; in-8°.

L'Abeille médicale; nos 45 à 49, 1869; in-4°.

L'Aéronaute; novembre 1869; in-8°.

La Santé publique; nos 42 à 46, 1869; in-4°.

L'Art dentaire; novembre 1869; in-8°.

L'Art médical; novembre 1869; in-8°.

Le Gaz; n° 10, 1869; in-4°.

Le Moniteur de la Photographie; nos 16 et 17, 1869; in-4°.

Les Mondes; nos des 4, 11, 18, 25 novembre 1869; in-8°.

Le Sud médical; n° 21, 1869; in-8°.

L'Imprimerie; n° 70, 1869; in-4°.

Le Mouvement médical; nos 45 à 49, 1869; in-4°.

Marseille médical, n° 11, 1869; in-8°.

Magasin pittoresque; novembre 1869; in-4°.

Matériaux pour l'histoire positive et philosophique de l'homme; septembre et octobre 1869; in-8°.

Monatsbericht... *Compte rendu mensuel des séances de l'Académie royale des Sciences de Prusse;* juillet à octobre 1869; in-8°.

Montpellier médical... Journal mensuel de Médecine; novembre 1869; in-8°.

Nachrichten... *Nouvelles de l'Université de Gœttingue;* n° 21, 1869; in-12.

Nouvelles Annales de Mathématiques; novembre 1869; in-8°.

Observatoire météorologique de Montsouris; nos du 1er au 6 novembre 1869; in-4°.

Répertoire de Pharmacie; novembre 1869; in-8°.

Revue des Cours scientifiques; nos 49 à 52, 1869; in-4°.

Revue des Eaux et Forêts; novembre 1869; in-8°.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; nos 22 et 23, 1869; in-8°.

Revue hebdomadaire de Chimie scientifique et industrielle; nos 1 à 5, 1869; in-8°.

Revue maritime et coloniale; novembre et décembre 1869; in-8°.

Revue médicale de Toulouse; novembre 1869; in-8°.

The Scientific Review; nos 11 et 12, 1869; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 29 novembre 1869.)

Page 1118, ligne 8, *au lieu de* premier, *lisez* projectile.

Page 1120, ligne 5, *au lieu de* prudence, *lisez* précaution.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 DÉCEMBRE 1869.

PRÉSIDENCE DE M. CLAUDE BERNARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Le sidérostat de* **Léon Foucault**.

« **M. H. Sainte-Claire Deville** met sous les yeux de l'Académie le sidérostat de Léon Foucault, œuvre posthume de notre regretté confrère.

» Léon Foucault est mort au milieu de ses travaux les plus importants, pendant qu'il faisait de magnifiques projets, dont l'exposition méthodique et claire, dans le langage original qu'il adoptait alors, charmait quelques amis intimes auxquels il se confiait. Il est mort sans avoir publié tous ses travaux et sans avoir donné le complément de ceux qu'il avait commencés.

» L'Empereur a su toutes ces circonstances, et lui, qui avait aidé et encouragé notre confrère (1) dans ses recherches, qui l'avait entouré d'une protection efficace, il a voulu assurer, sur les fonds de sa cassette, la continuation et la publication complète des Œuvres de Foucault. Quelques-unes, et des plus importantes, n'existaient en partie que dans la mémoire de quelques amis, auxquels il avait communiqué ses découvertes et ses projets.

(1) Et bien d'autres Savants.

» C'est une Commission composée exclusivement de ces confidents de Foucault, que l'Empereur a chargée de la pieuse mission dont il prenait généreusement l'initiative, et c'est un des instruments rêvés par Foucault que je viens aujourd'hui présenter à l'Académie au nom de cette Commission.

» M. Ad. Martin a déjà décrit la méthode qui a servi à amener à la perfection le miroir plan, nécessaire au sidérostat. M. Eichens, guidé par M. Wolf et animé du plus profond dévouement à la mémoire de Foucault, a construit ce magnifique instrument avec un talent que l'Académie peut apprécier. Enfin, M. Wolf s'est chargé de rédiger la Note qui va suivre et qui donne, du sidérostat, la description la plus claire et la notion la plus complète. »

Note sur le sidérostat de L. Foucault; *par* **M. C. Wolf**.

« Je ne veux pas donner ici la description détaillée de l'instrument, je me bornerai à dire ce que devait être le sidérostat dans les vues de Foucault, et à exposer les principes de la construction de cet appareil.

» Les lunettes astronomiques, dans leur emploi comme instrument méridien ou comme appareil parallactique, sont exposées à des flexions nuisibles à la précision des observations; de plus, l'astronome doit se déplacer avec l'oculaire et, par suite, est souvent forcé d'observer dans des positions incommodes. Ce que les Allemands ont cherché à faire pour les cercles méridiens par l'emploi de la lunette brisée ou mieux de la lunette droite à prisme, L. Foucault, avec bien plus de raison, a voulu le réaliser pour l'équatorial : quelle que soit la grandeur et la puissance de l'instrument d'observation, faire passer tout le ciel devant l'observateur, sans que celui-ci ait à se déplacer, ou à déplacer l'instrument.

» L'avantage de cette solution devient surtout marqué, lorsqu'il s'agit de lunettes gigantesques, comme celle dont Foucault avait entrepris la construction dans les dernières années de sa vie. Une lunette, montée équatorialement, exige un tube rigide, un pied parallactique et un toit tournant : trois problèmes de mécanique dont la solution devient de plus en plus difficile à mesure que les dimensions de la lunette augmentent.

» Une lunette, couchée horizontalement dans une position invariable, devant laquelle un miroir plan amène successivement les différents points du ciel : tel était l'idéal qu'avait rêvé Foucault, et qui offre, en effet, à côté de quelques inconvénients, des avantages réels. Plus de tube qui fléchit inégalement, et dans lequel l'air confiné dévie irrégulièrement les rayons lumineux; plus de pied parallactique gigantesque; surtout plus de coupole ou de tour mobile, de construction coûteuse et trop souvent imparfaite. Un sidérostat, même de grandes dimensions, n'offrira pas, dans les pièces qui le composent, de flexions nuisibles; il n'exigera qu'une couverture relativement très-petite. C'est à ce point de vue qu'il convient de considérer d'abord le petit sidérostat actuel : construit pour une lunette de 20 centimètres d'ouverture, par conséquent de $2^{m},40$ au moins de distance focale, qui, montée équatorialement, exigerait une coupole de $3^{m},50$ de diamètre, il ne demande qu'une maisonnette mo-

bile de 1 mètre de large, sur $1^{m},50$ de long et 2 mètres de haut. Il montre la possibilité de résoudre économiquement le problème pour les plus grands instruments. Nous verrons plus loin quels inconvénients doivent être mis en balance de ces avantages, pour l'astronomie de précision.

» L. Foucault, avant tout physicien, voyait dans le sidérostat l'auxiliaire indispensable de l'astronomie physique. Il n'est point d'observateur qui n'ait eu à lutter contre les difficultés que présente l'adaptation, à la lunette d'un équatorial, d'un grand spectroscope, des chambres photographiques, des appareils de projection ou de recherches photométriques. Toutes ces difficultés disparaissent par l'emploi du sidérostat. Les instruments des cabinets de physique, quels que soient leur poids, leur volume et leur forme, viennent se placer devant le foyer de la lunette, comme devant le porte-lumière de la chambre obscure. Et l'astronome étudie la lumière de tous les astres dans les mêmes conditions où le physicien a étudié la lumière solaire.

» Par là, bien des expériences, aujourd'hui presque inabordables, se réalisent aisément, et particulièrement celles qui exigent une stabilité parfaite de l'instrument de mesure; telles sont les déterminations des positions absolues des raies spectrales et des déplacements de ces raies, les mesures photométriques, etc.

» Cependant, entre l'héliostat et le sidérostat existe une différence profonde qu'il ne faut pas perdre de vue. Au premier, le physicien demande seulement de renvoyer dans une direction constante la lumière d'un astre, sans se préoccuper de la source lumineuse elle-même; ce sont les rayons réfléchis qu'il étudie, et non la source de lumière. Le sidérostat doit donner plus : une image du ciel qui soit la représentation identique du ciel et de son mouvement. Le problème ainsi posé s'était naturellement présenté à l'esprit de beaucoup de personnes. Foucault a pu le résoudre, parce qu'il avait la solution de ses deux parties : il avait, par son régulateur, obtenu le mouvement uniforme; il avait aussi réalisé le plan optique, cette merveille que Gambey et Arago déclaraient impossible.

» On sait aujourd'hui comment peut s'obtenir et se vérifier un miroir plan irréprochable. Le miroir du sidérostat, essayé sur le ciel avec l'excellente lunette de Cauche, de 16 centimètres d'ouverture, qui appartient à l'Observatoire, et des grossissements de 100 à 300 fois, ne produit aucune déformation du faisceau provenant d'une étoile, sous une incidence de plus de 45 degrés.

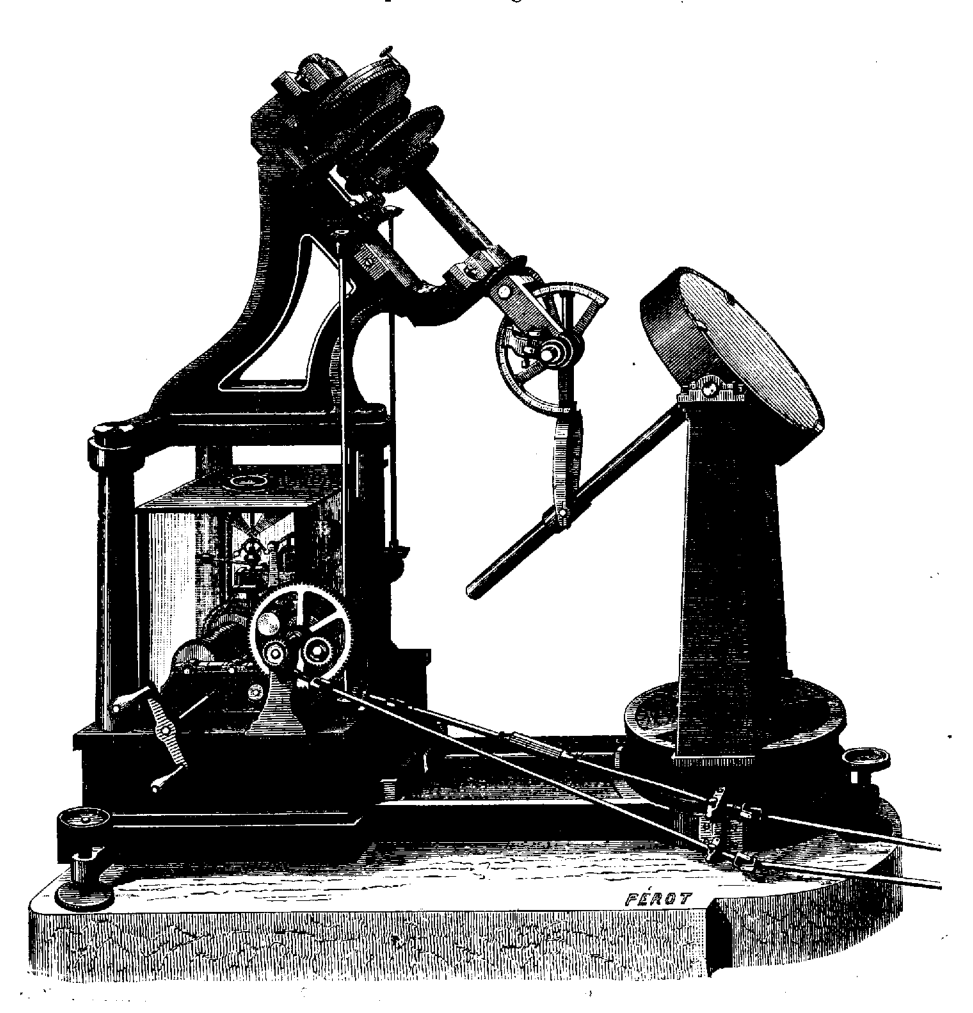
» Le principe géométrique du sidérostat est le même que celui du grand héliostat de L. Foucault. Mais, destiné à l'observation des astres dans la région la plus intéressante du ciel, comprise entre le pôle et l'horizon sud, l'instrument, à l'inverse des héliostats, renvoie les rayons du nord au sud dans le plan du méridien et suivant une direction presque horizontale. De là la position du miroir du côté de l'extrémité inférieure de l'axe horaire.

» Nous avions, pour nous guider dans la construction du sidérostat, deux petits modèles en bois, l'un exécuté en 1866 pour l'Observatoire, l'autre construit pour L. Foucault, représentant l'appareil qu'il voulait placer à son observatoire de la rue d'Assas.

» Tout l'instrument repose sur un socle en fonte muni de trois vis calantes, avec mouvement de réglage en azimut. On y distingue trois parties : le miroir et sa monture, le mécanisme transmetteur du mouvement et le régulateur.

» Le miroir est porté par un axe horizontal au sommet de deux montants verticaux pouvant tourner autour d'un centre. Ce mouvement est facilité par une couronne de galets

cachés dans le pied du miroir, et qui donnent une mobilité parfaite. Le miroir est maintenu dans son barillet par trois taquets extérieurs et par trois ressorts à boudin qui le pressent contre eux sans le déformer. La condition de perpendicularité de la queue directrice à la surface réfléchissante se trouve ainsi assurée par un rodage exact de la couronne du barillet.



» La direction du rayon incident étant représentée par l'axe de la fourchette en aluminium articulée à l'extrémité inférieure de l'axe horaire, et la longueur de cette fourchette étant égale à la distance de son axe d'articulation à l'axe horizontal du miroir, la ligne qui joint les milieux de ces deux axes représente la direction constante du rayon réfléchi. Cette direction est ici inclinée de 10 degrés au-dessous de l'horizontale, dans le but de permettre l'observation des astres très-voisins de l'horizon sud, par-dessus la lunette et son recouvrement.

» Pour amener dans l'axe de cette lunette les rayons provenant d'un astre dont la distance

polaire et l'angle horaire actuel sont donnés, on débraye d'une part l'axe horaire au moyen de la vis de serrage qui se voit à la partie supérieure de l'instrument, de l'autre le cercle gradué dont la fourchette directrice occupe un diamètre. On amène sous l'index de ce cercle la graduation correspondante à la distance polaire de l'astre, sous l'index du cercle horaire celle qui répond à l'angle horaire, et l'on fixe les deux cercles. A partir de cet instant, l'action du mouvement d'horlogerie amène constamment dans la lunette les rayons venant de l'astre à observer.

» Ce mouvement et son régulateur sont la reproduction aux deux tiers de l'appareil de L. Foucault, construit par M. Eichens pour l'Exposition universelle de 1867. Ce même moteur a été, depuis cette époque, adapté à plusieurs grands équatoriaux et donne un mouvement d'une régularité parfaite.

» Ici, comme dans un équatorial, il est nécessaire de disposer de moyens de rappel, pour faire varier de petites quantités, ou l'angle horaire, ou la distance polaire. La variation de l'angle horaire s'obtient, sans arrêt du mouvement, à l'aide d'un rouage satellite semblable à celui que M. Eichens adapte depuis longtemps aux équatoriaux. Celle de la distance polaire pendant le mouvement était plus délicate à produire : il fallait agir, à l'aide d'une manette immobile, sur le cercle qui porte la fourchette, à l'extrémité d'un axe mobile, sans altérer le mouvement de cet axe.

» L. Foucault avait seulement indiqué le problème, et en avait fait entrevoir la solution à l'aide d'un rouage satellite, mais sans donner de vive voix ou laisser dans ses papiers aucune description du système qu'il prétendait appliquer. M. Eichens a résolu la question d'une manière très-élégante : la description de ce mécanisme, assez compliquée, ne peut trouver place ici. Nous dirons seulement que la solidarité de l'axe horaire et du cercle de déclinaison est établie par l'intermédiaire du rouage satellite sur lequel agit le pignon de rappel, et de telle façon que, tandis que l'on fait varier la distance polaire, le mouvement horaire continue sans altération.

» Si l'observateur veut déterminer les positions relatives de deux astres un peu éloignés, il arrête le mouvement d'horlogerie, et observe dans le miroir fixe, comme il ferait à l'aide d'un appareil parallactique ordinaire, mais sans avoir à se déplacer lui-même, quelle que soit la portion du ciel qu'il explore. Cet avantage, il est vrai, se trouve acheté par un inconvénient, qui a paru à quelques astronomes constituer une objection contre l'emploi du sidérostat dans les mesures micrométriques, mais dont il ne faut pas cependant s'exagérer la gravité. La direction apparente du mouvement diurne change chaque fois que l'on déplace le miroir; chaque nouvelle détermination des positions relatives des deux astres exige donc un nouveau réglage de la direction des fils du micromètre. L'expérience a montré que ce même inconvénient, qui existe dans l'usage des télescopes à oculaire mobile, n'entraîne pas une perte de temps considérable; il est donc permis de ne pas s'en préoccuper ici outre mesure.

» L'effet de cette variation de la direction apparente du mouvement diurne est à prendre en plus sérieuse considération, lorsque, le miroir étant en marche, on voudra effectuer des mesures micrométriques d'étoiles doubles. Cette direction, en effet, est l'origine des angles de position, et puisqu'elle varie à chaque instant, la mesure de ces angles semble rendue impossible. Mais à un instrument nouveau, répondent des méthodes particulières de mesure. On ne demande pas à un instrument azimutal les éléments que fournit directement un équatorial. Ici la fixité du micromètre engagera probablement à mesurer les angles de position

à partir de la verticale ou de l'horizontale. La connaissance de l'heure de l'observation suffira ensuite pour réduire les observations à la forme ordinaire.

» La perte de lumière que fait éprouver la réflexion ne peut être regardée comme notable. Les expériences de L. Foucault ont démontré que l'argent poli des miroirs réfléchit les $\frac{94}{100}$ de la lumière incidente; et l'expérience prouve que ce poli se conserve un temps très-long. La réargenture est d'ailleurs aujourd'hui une opération facile.

» Un défaut plus réel du sidérostat, c'est de ne pas permettre l'exploration de toutes les parties du ciel. La région utilisée par un miroir qui réfléchit horizontalement vers le sud s'étend depuis l'horizon sud jusqu'au pôle; pour le reste du ciel, il faudrait un sidérostat renvoyant les rayons vers le nord, établi par conséquent dans les conditions du grand héliostat de L. Foucault.

» Enfin, comme instrument réflecteur, et aussi en raison du mode de liaison du miroir à l'axe horaire, le sidérostat doit être très-sensible aux trépidations du sol et aux mouvements atmosphériques. L'expérience qui va être faite de l'instrument, grâce à la libéralité de l'Empereur, permettra de le juger à ces différents points de vue. »

M. Laugier, à l'occasion de la Communication de M. H. Sainte-Claire Deville, prend la parole en ces termes :

« Je n'ai rien à ajouter à ce que vient d'entendre l'Académie sur le sidérostat de L. Foucault, mais je désire dire quelques mots sur le miroir plan qui y est adapté et qui a été construit par M. Martin; j'ai été à même de suivre son travail, et j'ai constaté, à plusieurs reprises, l'efficacité des *retouches* qu'il a pratiquées sur différents points du miroir. Dans mon opinion, la méthode imaginée par L. Foucault pour étudier les surfaces réfléchissantes présente dans l'application d'assez grandes difficultés; mais, après avoir vu la manière d'opérer de M. Martin, je demeure convaincu qu'un ouvrier capable et instruit peut acquérir comme lui toute l'habileté nécessaire à la construction du miroir plan et des surfaces paraboliques. Je crois devoir rappeler ici qu'Arago avait indiqué, il y a une vingtaine d'années, tout le parti que l'astronome pourrait un jour tirer de l'emploi du miroir plan pour ses observations, et en particulier pour l'étude des instruments divisés. A l'époque où Arago parla pour la première fois de ces applications, les opticiens n'étaient pas en mesure de construire une surface d'une étendue suffisante, jouissant de cette propriété de ne pas changer le foyer astronomique des lunettes douées d'un pouvoir grossissant considérable. Aujourd'hui que le miroir plan peut être obtenu avec toute l'exactitude désirable, l'astronomie est en possession d'un nouveau moyen d'investigation qui permettra de reculer encore la limite d'exactitude que les observations ont atteinte. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Observations au sujet d'une Note de* M. Trouvé, *du 29 novembre dernier, sur un explorateur électrique; par* **M. P.-A. Favre.** (Extrait.)

« Dans une Note lue à l'Académie, le 29 novembre, M. Milliot, énumérant les diverses méthodes d'exploration pour reconnaître la présence de projectiles métalliques dans les plaies d'armes à feu, signale la méthode d'exploration électrique, dont il semble croire que M. Trouvé est l'inventeur. Un appareil de M. Trouvé a été en effet présenté à l'Académie dans la même séance.

» Mais M. Trouvé n'a pas imaginé la méthode; il n'a pas fait construire le premier appareil explorateur, avec ses trois organes nécessaires (la *sonde voltaïque*, le couple électromoteur et le révélateur du passage du courant à travers le projectile), parmi lesquels la sonde voltaïque, le seul organe essentiellement chirurgical, constitue la véritable invention. M. Trouvé n'a fait que modifier ces organes, dans le but de rendre l'appareil, qui avait déjà été expérimenté avec succès, susceptible de satisfaire davantage aux exigences de la méthode que j'ai fait connaître il y a sept ans. C'est ce que M. Gavarret a eu soin de faire ressortir en présentant à l'Académie de Médecine, il y a quelques mois, l'appareil construit par M. Trouvé, et que celui-ci vient de soumettre à l'appréciation de l'Académie des Sciences; c'est ce qui ressort également de ce que je vais rappeler.

» En 1862 (*Comptes rendus*, t. LV, p. 719), j'ai présenté une Note qui contenait l'exposition d'une méthode d'investigation chirurgicale au moyen du courant électrique.

» Quelques jours après cette Communication, M. Nélaton, dans une conférence pratique sur la recherche des projectiles métalliques dans les plaies d'armes à feu et en employant l'appareil décrit plus bas, et qui lui avait été remis par M. Gavarret, a bien voulu expérimenter cette nouvelle méthode d'exploration, et consacrer sa valeur en signalant l'existence et la position d'une balle perdue au milieu des os du pied.

» Voici comment j'ai reproduit les termes mêmes de ma Note, dans une Notice publiée en 1868 (1) :

Ce moyen d'investigation électrique, reposant sur l'emploi d'une *sonde voltaïque*, peut

---

(1) *Notice sur les travaux scientifiques de M. Favre;* imprimerie Gauthier-Villars, août 1862.

mettre fin aux incertitudes du chirurgien et lui permettre de décider si un corps dur que rencontre la sonde au fond d'une plaie est bien un corps métallique.

L'appareil employé à cet effet se compose d'une sonde creuse ordinaire dont l'extrémité mousse est percée d'une petite ouverture pouvant livrer passage aux extrémités pointues de deux fils d'acier qui occupent l'intérieur de cette sonde. Les fils d'acier communiquent avec un couple voltaïque (1).

Une petite boussole (2) interposée dans le circuit permet de reconnaître, par la déviation de l'aiguille, si un corps conducteur a établi la fermeture du circuit dans l'intérieur de la plaie, ce qui arrivera si, la sonde ayant rencontré le corps résistant, les pointes que l'on fait sortir alors sont venues butter sur un corps métallique. Ces pointes ayant une rigidité suffisante, l'opérateur est toujours sûr d'arriver au contact métallique, lors même que le projectile serait oxydé, enkysté, ou bien encore recouvert d'un fragment de tissu quelconque entraîné.

» Et je dois ajouter : *lors même que le projectile reposerait sur un fond peu résistant.* »

M. le Maréchal Vaillant communique à l'Académie une Lettre qu'il vient de recevoir de M. Pasteur, des environs de Trieste. M. Pasteur espère pouvoir profiter de son séjour à Trieste pour achever un ouvrage qu'il prépare sur la sériciculture, et pour organiser sur une grande échelle des éducations industrielles de vers à soie, d'après son système.

MÉMOIRES LUS.

MÉCANIQUE. — *Sur les systèmes de vannages métalliques qui exigent le minimum de traction; par* **M. Haton de la Goupillière**. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Combes, Delaunay, Phillips.)

« Ayant eu à m'occuper de la construction d'un barrage assez important, je me suis posé la question suivante, dont il ne sera peut-être pas sans utilité de faire connaître la solution pour les travaux analogues. Une hauteur

---

(1) J'ai recommandé le couple de Smée, parce que son *énergie voltaïque* est trop faible pour qu'on puisse craindre l'électrolyse du liquide de la plaie au contact des électrodes de la sonde. En effet, l'aiguille de la boussole n'est nullement influencée tant que les pointes d'acier ne sont pas au contact des projectiles métalliques; mais, dès que ce contact a lieu, la déviation est de 70 degrés environ.

(2) La boîte qui renferme la pile et qui porte la boussole n'a pas plus de 6 centimètres de côté.

d'eau étant fractionnée en plusieurs vannes superposées, au nombre de n, les graduer de manière que l'effort de traction soit réduit au minimum absolu dont il est susceptible, en ayant égard à la variation des pressions, des frottements et des poids; et qu'il en soit de même du travail total d'extraction, si cette condition est compatible avec la première, ce que l'analyse montrera.

» Avant tout, le principe même du fractionnement de la hauteur, quand celle-ci devient un peu considérable, se recommande par de nombreux avantages, parmi lesquels il suffira de citer les suivants. Il diminue l'effort à développer pour l'ouverture *complète*, en scindant l'opération en plusieurs autres. Il le restreint de même pour une ouverture *partielle* quelconque, en n'obligeant à soulever de cette hauteur que la vanne supérieure, qui suffira ordinairement pour les variations du cours d'eau, et non tout l'ensemble de l'appareil. La subdivision en parties distinctes fournit un moyen très-simple, pour la fabrication, de leur donner une résistance proportionnelle aux pressions variables qu'elles supportent. C'est évidemment la règle de construction la plus rationnelle et celle que j'adopte pour base dans cette étude. De plus, en plaçant les vannes dans des glissières différentes, on leur laissera toute indépendance, de sorte que le coincement de l'une d'elles ne mette aucun obstacle à la levée de celles qui lui sont inférieures. Ce dispositif permet enfin de restreindre la hauteur des glissières hors de l'eau à une dimension commode, non encombrante, ce qui réduit d'autant la dépense d'établissement et le travail d'extraction.

» Pour ajouter à ces avantages généraux le bénéfice décisif qui résultera de la réduction de la résistance à son minimum, par une détermination convenable de la graduation, je commence par établir que ce minimum d'effort sera atteint si les hauteurs sont calculées de manière à rendre la traction égale pour toutes les vannes. Il reste alors à déterminer l'échelle des hauteurs, pour réaliser cette condition.

» Pour traiter la question d'une manière complète, j'envisage à la fois le frottement des vannes et leur poids, en ayant égard, pour ce dernier, aux exigences des constructions métalliques qui composeront chaque vanne de pièces, armées de calibres croissants avec la profondeur, recouvertes d'une tôle uniforme du haut en bas de l'appareil. On se trouve ainsi conduit à une équation aux différences finies, dont l'intégrale est compliquée de radicaux : détails de calcul que je suis forcé de supprimer dans une simple lecture, bien qu'ils constituent toute la difficulté de la question.

» Si l'on pose, en second lieu, la condition du minimum de travail, elle fournit une autre équation aux différences finies, encore plus compliquée, car elle est du second ordre et du second degré.

» Une intégrale singulière fait connaître le maximum, qui doit être en effet fourni par la même équation. Le minimum est donné par l'intégrale ordinaire. Celle-ci a la forme d'une factorielle, dont les termes sont des espèces de fractions continues, plus compliquées que les fractions continues ordinaires. Elles renferment, en outre, des quantités irrationnelles, et cependant la factorielle elle-même est toujours commensurable, comme je m'en suis assuré. Cette seconde série s'exprime donc en définitive, quand on en vient aux nombres, par des fractions ordinaires. A la vérité, les deux termes de ces fractions deviennent rapidement de très-grands nombres, mais c'est lorsqu'on a franchi les limites que la pratique impose nécessairement au nombre des étages de vannes.

» Il se présente alors une circonstance assez curieuse. Les deux graduations, quoique procédant de lois si différentes, conduisent à des valeurs presque identiques du travail total; ce qui n'aurait plus lieu, au contraire, avec une vanne unique réguant sur toute la hauteur, ou avec des vannes toutes égales. Le principe que je propose peut donc être considéré comme joignant, à la propriété absolue du minimum d'effort, celle du minimum presque complet du travail. Je montre même, par une discussion de détail, qu'en tenant compte des perturbations secondaires, le minimum absolu du travail tend à se rapprocher encore davantage des valeurs qui correspondent à la première série.

» Je pourrais enfin ajouter que ce système est également celui qui assurera le dégorgement de l'eau le plus rapide, en cas de danger. Mais je n'insisterai pas davantage.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. le Ministre des Travaux publics prie l'Académie de vouloir bien lui faire connaître son opinion sur les Mémoires qui lui ont été soumis, à diverses reprises, par *M. Desmarets,* sur l'origine du nitre.

(Renvoi aux Commissaires précédemment nommés : MM. Chevreul, Dumas, Regnault.)

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la dispersion de la lumière.* Mémoire de **M. M. Ricour**, présenté par M. Combes. (Extrait par l'Auteur.)

(Commissaires : MM. Bertrand, Serret, Fizeau.)

« L'expérience démontre que les vibrations sonores se transmettent dans l'air avec une vitesse indépendante de la hauteur du son ; les vibrations lumineuses se propagent aussi dans l'éther libre avec une vitesse indépendante de la longueur d'onde. Un rayon rouge et un rayon violet émis au même instant par une étoile fixe viennent au même instant frapper le regard de l'observateur, si immense que soit l'espace parcouru. Il n'en est plus de même lorsque la lumière pénètre dans les corps transparents. Les rayons de diverses longueurs d'onde se transmettent avec des vitesses décroissantes du rouge au violet, et l'on désigne sous le nom de *dispersion* cette propriété des corps transparents, qui est caractéristique pour chacun d'eux. C'est grâce à la dispersion qu'un faisceau de lumière blanche s'étale, suivant un spectre, par son passage à travers un prisme.

» La Note que nous avons l'honneur de soumettre à l'Académie a pour but de faire connaître à la fois la cause de la dispersion et la loi très-simple à laquelle elle est soumise.

» Dans une première Partie, nous établissons, par des considérations en quelque sorte élémentaires, une équation du mouvement oscillatoire d'une onde plane polarisée, en tenant compte de ce fait que tout corps est composé de molécules placées à des distances finies les unes des autres. Nous admettons que, dans un corps cristallisé, toutes ces molécules sont de même grandeur et qu'elles sont régulièrement distribuées, de telle sorte qu'entre deux plans parallèles équidistants il existe partout un même nombre de systèmes moléculaires.

» Le développement en série de l'équation du mouvement oscillatoire ainsi obtenue permet, dans une première approximation limitée aux deux premiers termes du développement, de retrouver la formule de Cauchy. Au lieu de développer l'équation en série et de procéder ainsi par approximations successives, nous posons directement le terme général de l'intégrale complète, et nous obtenons d'une manière rigoureuse la vitesse de propagation d'une onde de longueur déterminée. Le problème de la dispersion se trouve alors résolu pour les cristaux homoédriques.

» La formule que nous obtenons est la suivante :

$$\sin \frac{R\alpha\pi}{l} = \frac{\rho\alpha\pi}{l};$$

R est l'indice de réfraction qui correspond à une onde de longueur l.

» Cette formule ne contient que deux constantes α et ρ, qui ont une signification physique parfaitement déterminée; α est la *distance minima* de deux plans parallèles au plan de l'onde et partageant le milieu vibrant en tranches de même constitution moléculaire; ρ est l'indice de *réfraction limite* pour les grandes longueurs d'onde, l'orientation des plans d'onde et des vibrations étant supposée constante : ρ varie avec cette orientation suivant des lois connues.

» Dans une deuxième Partie, nous comparons la formule trouvée pour la dispersion avec les résultats de l'expérience; des tableaux détaillés ont été dressés pour le quartz et le spath d'Islande, dont les indices de réfraction ont été observés par M. Mascart dans toute l'étendue du spectre, depuis le rouge extrême jusque dans les régions ultra-violettes.

» Les différences entre le calcul et l'expérience (*soit environ* $\frac{1}{8000}$ *de la valeur des indices*) ne dépassent pas, pour les séries observées par M. Mascart, les différences qui existent entre les nombres trouvés pour une même raie avec des prismes de quartz différents par des observateurs tels que Rüdberg, Esselbach et M. Fizeau.

» Enfin, comme la formule de la dispersion est basée sur l'hypothèse d'une égalité parfaite des molécules et d'une distribution parfaitement régulière, et que l'expérience démontre que cette formule s'applique avec une grande exactitude aux corps non cristallisés, mais bien homogènes, comme le flint ou le crown des instruments optiques, nous calculons, pour ces substances comme pour le quartz et le spath, la distance minima α de deux plans parallèles partageant le milieu vibrant en tranches de même constitution moléculaire. Nous trouvons ainsi que cette distance moléculaire α, exprimée en dix-millioniémes de millimètre, est égale:

pour le rayon ordinaire du quartz........	à 252,33
» extraordinaire du quartz....	à 252,33
» ordinaire du spath	à 300,59
» extraordinaire du spath....	à 240,48
pour un prisme de flint de M. Steinhell....	à 347,51

» On sait que la longueur d'onde pour la raie D est égale à 5888,00.

» On peut ainsi se faire une idée nette de cette distance α, qui est étroitement liée à la distance moléculaire; on voit que, pour les substances énumérées, elle entre de 17 à 25 fois dans la longueur d'onde correspondant à la raie D.

» La distance absolue des atomes de l'éther est une très-petite fraction

de la distance des molécules pondérables, et il doit exister dans l'éther libre des ondes beaucoup plus courtes que la distance α calculée pour divers corps. Une nouvelle loi de réfraction régit le passage de ces ondes très-courtes à travers les diverses tranches d'épaisseur α, qui sont de véritables milieux périodiquement uniformes, pour lesquels l'indice de réfraction est moindre que pour l'ensemble du milieu considéré; ces ondes invisibles, extrêmement courtes, forment un spectre à part, qui se projette en partie sur le spectre lumineux, vers la raie A, mais s'étend bien au delà de l'extrême rouge, où sa présence est accusée par les appareils thermoscopiques.

» Nous établissons ainsi une différence caractéristique entre les vibrations lumineuses de longue période, comprises dans la partie ultra-rouge du spectre, et les vibrations calorifiques dont l'existence est incontestable dans cette même région.

» La formule de la dispersion donne la limite précise au delà de la raie A du spectre formé par les vibrations de longue période.

» En explorant les régions qui dépassent cette limite, toute vibration de longue période est nécessairement exclue; on ne trouve plus que des vibrations extrêmement rapides, dont la puissance vive est considérable et qui constituent, pour ainsi dire, de la chaleur *pure*, par opposition à la chaleur *lumineuse* ».

M. Chamard adresse une nouvelle Note concernant la direction des aérostats.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. A. Drouet adresse, pour le concours du prix Bréant, une brochure sur « le collodion riciné », accompagnée d'une Note manuscrite indiquant les parties sur lesquelles il désire attirer plus spécialement l'attention de la Commission.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance : 1° un Dictionnaire de Botanique, de *M. Germain de Saint-Pierre*; 2° un ouvrage de *M. Rambosson* sur « les Pierres précieuses et les Principaux ornements »; 3° un ouvrage de *MM. C.* et *A. Muller* sur « les

Oiseaux chanteurs des bois et des plaines », avec une introduction de *M. Champfleury*; 4° un ouvage de *M. Cordier*, sur les Champignons de la France; 5° un ouvrage de *M. A. Mangin*, sur « les Plantes utiles »; 6° un ouvrage de *M. H. Lecoq*, portant pour titre « le Monde des fleurs »; 7° un autre ouvrage de *M. A. Mangin*, intitulé « Nos ennemis et nos alliés »; 8° un nouveau volume des « Merveilles de la Science » de *M. L. Figuier;* 9° un nouveau volume des « Grandes usines » de *M. Turgan.*

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *De l'origine de la bande lumineuse que l'on aperçoit sur les épreuves photographiques des éclipses prises dans diverses occasions.* Note de **M. H. Morton**, présentée par M. le Général Morin.

« Pendant la marche de l'éclipse du 7 août dernier, je remarquai, sur les épreuves négatives des phases partielles obtenues par la section d'observateurs au groupe auquel je m'étais joint, une augmentation prononcée de l'opacité du dépôt d'argent, en contact avec le côté avançant de la Lune. Lorsque, à notre retour à Philadelphie, toutes les épreuves négatives prises par les deux autres sections me furent remises, j'y reconnus la même apparence caractéristique variant seulement légèrement d'intensité, ce qui permettait de les distinguer. Ce fait fut remarqué par tous ceux qui s'étaient chargés de prendre ces épreuves. Bien des observations ont été faites à ce sujet, et l'on en a tiré diverses conclusions. Dans les images sur papier obtenues au moyen de ces épreuves négatives, cette densité locale du dépôt d'argent produit une bande lumineuse en contact avec le disque de la Lune.

» Une apparence analogue à celle-ci avait été remarquée par M. Alexander, ainsi que par M. de la Rue, sur les épreuves photographiques de l'éclipse de 1860; et, tandis que M. Challis et M. Alexander l'attribuaient à l'influence d'une atmosphère lunaire très-rare, elle était expliquée, par M. de la Rue et par l'Astronome royal, comme un simple effet secondaire.

» L'Astronome royal a, en outre, montré dans des Notes publiées dans les *Mémoires de la Société royale d'Astronomie*, du 13 novembre 1863 et du 20 juin 1864, qu'aucun effet semblable ne pouvait être produit par une atmosphère lunaire, s'il en existait. Il rejette, en conséquence, avec raison, une semblable supposition, et montre, par des expériences concluantes, que la légère bande lumineuse des images imprimées soumises à son examen est le résultat d'une illusion d'optique, et non un effet réel.

» En répétant cependant les mêmes expériences sur de bonnes images de nos épreuves, nous n'avons pas obtenu les mêmes résultats, et, en outre,

l'opacité réelle de nos épreuves négatives semblait exclure l'explication précédente, comme s'appliquant à la totalité de l'effet observé.

» J'ai fait, en conséquence, l'expérience suivante. J'ai transformé une épreuve photographique du Soleil, prise un instant après le premier contact, en un croissant, en collant partiellement dessus un morceau circulaire obscur de papier, tiré d'une autre image. Cette épreuve a présenté aussi par la photographie une bande lumineuse nette, semblable à celles qui résultent du contraste, et qui se produirait sans aucun doute dans les épreuves examinées par l'Astronome royal.

» J'avais ainsi photographié cette image artificielle d'une éclipse, dans les circonstances où les épreuves négatives présentaient un dépôt intense sur un bord (celui du côté de la Lune) et qui donnait des épreuves montrant une bande lumineuse à la même place, mais bien plus marquée encore que celle qu'offrait l'image originale. (*Les images originale et artificielle sont mises sous les yeux de l'Académie.*)

» Il paraît, d'après cela, que l'effet observé dans ces images de l'éclipse n'est dû ni à une inflexion de la lumière solaire produite par la Lune, ni à un effet optique de contraste seul, mais en grande partie à une action chimique, qui peut être expliquée par ce que nous connaissons des réactions analogues dans la production des épreuves négatives.

» Il est bien connu, en effet, que le développement des épreuves négatives dépend de la présence du nitrate d'argent libre dans la couche de préparation, et qu'une grande augmentation d'intensité peut être obtenue par une nouvelle action du bain de nitrate d'argent et par une seconde répétition du procédé par lequel on développe l'image.

» Dans le cas présent, la partie de la plaque qui correspond au bord obscur de la Lune, et qui n'est pas impressionné, constitue un réservoir de nitrate d'argent imbibé par la couche de collodion. Pendant le développement de l'image, ce nitrate d'argent s'étend à une petite distance dans la partie qui représente la surface lumineuse du Soleil et dont le nitrate libre avait été dépensé dans le premier moment de l'opération du développement.

» Je conclus donc que, bien qu'une certaine partie des effets observés sur les épreuves soit dans d'autres cas due au contraste, cependant dans celui-ci l'apparence particulière des épreuves négatives et la plus grande partie de celle qu'offrent les images sont le résultat d'une action chimique du genre de celle que je viens de décrire, et qui peut s'appeler un second développement local, et que cette apparence ne correspond à aucun phénomène céleste.

» Outre les épreuves dont il vient d'être parlé, j'adresse à l'Académie plusieurs images amplifiées des négatifs obtenus par ma section d'observateurs. Les épreuves positives présentées à l'Académie par M. Faye lui avaient été envoyées par moi, par l'intermédiaire de M. l'abbé Moigno. Leur passage par plusieurs mains a fait omettre ma participation et mon nom, en ce qui concerne leur production et leur présentation. »

« **M. le Général Morin**, en transmettant à l'Académie la Note de M. H. Morton, croit devoir rappeler que, dans la séance du 4 octobre dernier, il avait précisément appelé l'attention de M. Faye et de l'Académie sur l'omission involontaire qui avait été faite du nom de l'auteur des photographies de l'éclipse présentées par son confrère, et que le résumé de ces observations qui avait été annoncé, pour le *Compte rendu* suivant, n'y a pas été inséré. C'est ce qui explique le regret exprimé par M. H. Morton. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la constitution de l'amygdaline et de la phloridzine.* Note de **M. Hugo Schiff**, présentée par M. Wurtz.

« Dans une publication antérieure sur l'arbutine, j'ai proposé pour l'amygdaline et la phloridzine les formules

$$\underbrace{\begin{array}{l} C^6H^7\left\{\begin{array}{l} O \\ (OH)^4 \end{array}\right. \\ C^6H^7\left\{\begin{array}{l} O \\ (OH)^3 \\ O \end{array}\right. \\ C^7H^6\left\{\begin{array}{l} O \\ CN \end{array}\right. \end{array}}_{\text{Amygdaline.}} \qquad \underbrace{\begin{array}{l} C^6H^7\left\{\begin{array}{l} O \\ (OH)^4 \end{array}\right. \\ C^6H^3\left\{\begin{array}{l} O \\ OH \\ O \end{array}\right. \\ C^8H^8\left\{\begin{array}{l} CO.OH \end{array}\right. \end{array}}_{\text{Phloridzine.}}$$

» A la première de ces formules correspond une

$$\textit{Amygdaline heptacétylée,} \quad C^{12}H^{14}O^4\left\{\begin{array}{l} (O.C^2H^3O)^7 \\ C^7H^6.CN \end{array}\right.$$

qu'on peut obtenir facilement par l'action d'un excès d'anhydride acétique bouillant sur l'amygdaline anhydre. Elle se dépose de la solution alcoolique en aiguilles soyeuses sans eau de cristallisation. A une température moins élevée, l'anhydride acétique fournit des dérivés moins acétylés de l'amygdaline.

» L'amygdaline ne renferme pas de benzoyle (C^7H^5O); l'action du perchlorure de phosphore fait naître du chlorure de cyanogène, du chloro-

benzol et des dérivés chlorés de ce dernier; mais il ne se produit pas de chlorure de benzoyle. Si, au contraire, on traite les amygdalines benzoylées par le chlorure de phosphore, alors on obtient de nouveau du chlorure de benzoyle. L'action du brome sur l'amygdaline et sur ses dérivés benzoylés conduit à des résultats analogues.

» L'essence d'amandes amères ne préexiste pas dans l'amygdaline, autrement cette dernière serait facilement attaquée par l'aniline et fournirait une anilide assez stable. L'aniline, au contraire, n'agit qu'à la température de 160 à 180 degrés, et le produit montre plutôt les propriétés de la glycosanilide. Le résidu de l'aniline remplace un atome d'oxygène dans la partie glycosique de l'amygdaline, et la formule du composé est la suivante :

Amygdaline-anilide,
$$\begin{array}{l} C^6H^7 \left\{ \begin{array}{l} N.C^6H^5 \\ (OH)^4 \end{array} \right. \\ \quad O \\ C^6H^7 \left\{ \begin{array}{l} (OH)^3 \\ O \end{array} \right. \\ \quad O \\ C^7H^6 \left\{ CN \right. \end{array}$$

» Cet anilide n'est pas cristallisable; elle est décomposée déjà par l'eau bouillante en aniline et amygdaline. Les amygdalines acétylées forment de même des anilides.

» L'amygdaline ne renferme pas de résidu d'ammoniaque et ne saurait être considérée comme l'amide de l'acide amygdalique. La formule de ce dernier est

Acide amygdalique, $$C^{12}H^{14}O^4 \left\{ \begin{array}{l} (OH)^7 \\ C^7H^6.CO^2H \end{array} \right.$$

et l'amygdaline est à l'acide amygdalique ce que, par exemple, le cyanure de méthyle est à l'acide acétique.

» Selon que l'anhydride acétique agit sur l'acide amygdalique à une température plus ou moins élevée on obtient les dérivés

$$C^{12}H^{14}O^4 \left\{ \begin{array}{l} (O.C^2H^3O)^4 \\ (OH)^3 \\ C^7H^6.CO^2H \end{array} \right.$$
Acide tétracétylamygdalique.

$$C^{12}H^{14}O^4 \left\{ \begin{array}{l} (O.C^2H^3O)^7 \\ C^7H^6.CO^2H \end{array} \right.$$
Acide heptacétylamygdalique.

» L'acide amygdalique est encore cristallisable et très-soluble dans l'eau; les dérivés acétiques ne sont plus ni solubles ni cristallisables. Ils se décomposent déjà avec les bases faibles en acétate et en amygdalate.

» Les formules citées de l'amygdaline et de l'acide amygdalique font entrevoir facilement la formation de l'acide formobenzoylique, $C^7H^6\left\{\begin{array}{l}OH\\CO^2H\end{array}\right.$.

» En faisant agir l'anhydride acétique sur la *phloridzine*, j'ai obtenu les trois dérivés acétylés

$$\underbrace{\begin{array}{ll}C^6H^7O & \left\{\begin{array}{l}(OH)^4\\O\end{array}\right.\\C^6H^3 & \left\{\begin{array}{l}O.C^2H^3O\\O.C^9H^9O^2\end{array}\right.\end{array}}_{\text{Acétyle-phloridzine.}}\qquad\underbrace{\begin{array}{ll}C^6H^7O & \left\{\begin{array}{l}(OH)^2\\(O.C^2H^3O)^2\\O\end{array}\right.\\C^6H^3 & \left\{\begin{array}{l}O.C^2H^3O\\O.C^9H^9O^2\end{array}\right.\end{array}}_{\text{Triacétyle-phloridzine.}}\qquad\underbrace{\begin{array}{ll}C^6H^7O & \left\{\begin{array}{l}(O.C^2H^3O)^4\\O\end{array}\right.\\C^6H^3 & \left\{\begin{array}{l}O.C^2H^3O\\O.C^9H^9O^2\end{array}\right.\end{array}}_{\text{Pentacétyle-phloridzine.}}$$

» Le premier de ces composés prend naissance à la température ordinaire, et est un corps cristallin; les deux autres se forment à une température plus ou moins élevée, et se présentent sous forme de matières vitreuses. L'action du chlorure de benzoyle à 80 degrés fournit une

$$\textit{Tribenzoyle-phloridzine,}\quad\begin{array}{ll}C^6H^7O & \left\{\begin{array}{l}(OH)^2\\(O.C^7H^5O)^2\\O\end{array}\right.\\C^6H^3 & \left\{\begin{array}{l}O.C^7H^5O\\O.C^9H^9O^2\end{array}\right.\end{array}$$

C'est une poudre blanche qui offre l'aspect de l'amidon.

» Les phloridzines polyacétiques, chauffées peu à peu à 200 degrés, fondent, perdent de l'anhydride acétique, et se transforment en

$$\textit{Acétyle-rufine,}\quad\begin{array}{ll}C^6H^7O & \left\{\begin{array}{l}O\\O\\O\end{array}\right.\\C^6H^3 & \left\{\begin{array}{l}O.C^2H^3O\\O.C^9H^9O^2\end{array}\right.\end{array}$$

Elle peut être obtenue aussi par l'action de l'anhydride acétique sur la rufine (caramel de la phloridzine).

» Par l'action des acides dilués bouillants, la phloridzine se dédouble en glycose et en phlorétine. La formule de cette dernière se déduit sans difficulté de la formule citée de la phloridzine, et de celle d'un dérivé diacétique

$$\textit{Diacétyle-phlorétine,}\quad\begin{array}{ll}C^6H^3 & \left\{\begin{array}{l}(O.C^2H^3O)^2\\O\end{array}\right.\\C^8H^8 & \left\{\begin{array}{l}CO.OH\end{array}\right.\end{array}$$

qu'on obtient pareillement en faisant agir l'anhydride acétique sur la phlorétine.

» Tous les dérivés acétiques cités dans cette Note peuvent de même être obtenus par l'action du chlorure d'acétyle, mais l'anhydride acétique est préférable. Les solutions alcooliques des dérivés acétiques, chauffées avec un peu d'acide sulfurique, donnent lieu à la formation d'éther acétique. »

BALISTIQUE APPLIQUÉE. — *Détermination d'une ou plusieurs des quantités suivantes : le diamètre d'un projectile oblong, son poids, sa vitesse initiale, la flèche de sa trajectoire et le poids du canon, lorsque les autres sont données.* Mémoire de **M. Martin de Brettes**. (Extrait par l'Auteur.)

« Dans deux Notes précédentes que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie des Sciences (*), j'ai montré que la formule

$$\text{(A)} \qquad \frac{F}{F^0} = \frac{RV_0^2\sqrt{P_0}}{R_0V^2\sqrt{P}}$$

donnait, avec une approximation pratique suffisante, le rapport des flèches, ou ordonnées maxima, des trajectoires d'égale portée de deux projectiles oblongs, tirés sous les angles usuels, soit dans le cas général où les diamètres, les poids et les vitesses sont différents, soit dans les cas particuliers où certaines de ces quantités sont égales.

» Cette formule, combinée avec trois autres relations très-simples, qui dérivent des rapports pratiques, donne un moyen très-facile de résoudre rapidement les principaux problèmes de la balistique pratique.

» L'une de ces relations dépend du diamètre du poids et de la densité Δ du projectile. Elle est

$$\text{(B)} \qquad P = < 18{,}84\,\Delta R^3.$$

» La seconde résulte de la limite supérieure de la vitesse initiale, supposée 500 mètres. Elle est

$$\text{(C)} \qquad V = < 500^{m} \quad \text{ou} \quad \frac{V_0^2 R\sqrt{P_0}F_0}{P_0\sqrt{P}F} = < 250000.$$

» La dernière, qui établit une relation entre le poids Q du projectile et du canon, ou du fusil, est

$$\text{(D)} \qquad P = < \frac{Q}{n},$$

n étant un nombre qui varie avec la vitesse initiale et l'espèce d'armes. Il est donné par la pratique.

(*) Séances des 7 juin et 9 août 1869.

» Ces équations, préparées pour résoudre les questions relatives aux obus oblongs en fer et aux balles oblongues en plomb, sont les suivantes :

» 1° *Cas des obus oblongs en fonte.* — Trajectoire de 1000 mètres (*).

$$(a)\qquad F = 9058900\,\frac{R}{V^2\sqrt{P}},$$

$$(b)\qquad P =< 103,62\,R^3,$$

$$(c)\qquad \frac{F\sqrt{P}}{R} => 36,23,$$

$$(d)\qquad P =< \frac{Q}{n}.$$

» 2° *Cas des balles oblongues en plomb.* — Trajectoire de 500 mètres (**).

$$(a')\qquad F = 1\,668\,814,62\,\frac{R}{V^2\sqrt{P}},$$

$$(b')\qquad P =< 213,87\,R^3,$$

$$(c')\qquad \frac{F\sqrt{P}}{R} => 6,75,$$

$$(d')\qquad PV =< 12,50.$$

» Je vais donner les résultats de quelques applications numériques, dont les calculs se trouvent dans le Mémoire complet que j'adresse à l'Académie.

I. — *Applications à l'artillerie.*

» 1° Étant donné le poids du projectile $P = 4^k$, déterminer le dia-

(*) On a pris pour terme de comparaison l'obus oblong de 4 kilogrammes, pour lequel $R_0 = 0^d,42$, $P_0 = 4^k$, $V_0 = 340^m$ et $F_0 = 16^m,47$ pour une trajectoire de 1000 mètres. La densité $\Delta = 5,5$.

Les valeurs de n de l'équation (D), déduites de la pratique, sont les suivantes :

Pour $V = 235^m$, $n = 25$,
$V = 300^m$, $n = 51$,
$V = 340^m$, $n = 80$,
$V = 400^m$, $n = 100$,
$V = 450^m$, $n = 125$,
$V = 500^m$, $n = 150$.

(**) On a pris pour terme de comparaison la balle oblongue de 1866, pour laquelle $R_0 = 0^d,055$, $P_0 = 0^k,0245$, $V_0 = 410^m$ et $F_0 = 3^m,50$, pour une trajectoire de 550 mètres. La densité $\Delta = 11,532$.

L'équation (d') dérive de (D), en ayant égard au poids limite du fusil, qui est 5 kilogrammes, et à la valeur pratique $n = 0,4\,V$.

mètre $2R$, la vitesse initiale V, la flèche F de la trajectoire et le poids Q du canon.

On a trouvé	$R => 0^d,35$,	on a pris	$R = 0^d,35$,
»	$F => 6^m,34$,	»	$F = 7^m$,
»	$V = 478^m,50$,	»	$V = 478^m,50$,
»	$Q => 560^k$,	»	$Q = 560^k$.

» 2° Étant donnés le poids du canon $Q = 250^k$, la flèche de la trajectoire $F = 8^m$, déterminer le diamètre $2R$ du projectile, son poids P et sa vitesse initiale V.

On a trouvé	$P = 2^k$,	on a pris	$P = 2^k$,
»	$R => 0^d,244$	»	$R = 0^d,250$,
»	$V = 412^m,97$,	»	$V = 412^m,97$.

» 3° Étant donnés le poids du projectile $P = 4^k$ et la flèche de la trajectoire $F = 10^m$, déterminer le diamètre $2R$ du projectile, sa vitesse initiale V et le poids Q du canon.

On a trouvé	$Q => 0^d,350$,	on a pris	$R = 0^d,350$,
»	$V = 388^m,15$,	»	$V = 388^m,15$,
»	$Q => 400^k$,	»	$Q = 400^k$.

II. — *Applications aux armes portatives.*

» 1° Étant donnés le poids de la balle $P = 0^k,031$, le diamètre $2R = 0^d,1143$, la vitesse initiale $V = 415^m,30$, déterminer la flèche F de la trajectoire de 500 mètres.

On a trouvé	$F = 3^m,10$,	l'expérience a donné	3^m,
»	$PV = 12^m,870$,	d'après les données	$PV = 12^m,864$.

» Les données précédentes et les résultats de l'expérience sont relatifs au fusil anglais *Martini-Henry*.

» 2° Étant données la flèche $F = 2^m,50$ de la trajectoire de 500 mètres et la vitesse initiale $V = 480^m$, déterminer le diamètre $2R$ et le poids P du projectile.

On a trouvé	$R => 0^d,0406$,	on a pris	$R = 0^d,045$,
»	$P = 0^k,0170$	»	$P = 0^k,0170$.

» 3° Étant donnés le diamètre $2R = 10^{mm}$ de la balle, la vitesse initiale

$V = 480^m$ et la flèche $F = 3^m$ de la trajectoire de 500 mètres, déterminer le poids de la balle.

On a trouvé $P = 0^k,0186$, on a pris $P = 0^k,0186$,
» $PV = 8^k,928$,

de sorte que le recul serait beaucoup moindre que celui des armes de guerre en usage. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Faits observés sur le sucre interverti;* *par* **M. E.-J. Maumené** (1).

« La préparation de ce sucre, telle que je l'ai décrite dans la Note du 15 novembre dernier, a été faite avec l'intention d'obtenir le véritable produit de l'inversion, sans aucun des dérivés (du sucre interverti) dont on doit craindre la présence quand ce sucre est exposé à l'influence prolongée des réactifs, même les plus faibles, ou de la chaleur, ou même du temps.

» Au lieu d'acide chlorhydrique et d'oxyde d'argent, etc., on peut employer l'*équivalent* d'acide sulfurique, saturer par du carbonate de baryte pur, etc. Le produit, évaporé au bain-marie, et mieux à froid, par l'acide sulfurique, dans le vide ou dans l'air, est à peine coloré, d'une saveur très-agréable, et paraît être le type du sucre de raisin *complet*, et isolé.

» Ce sucre m'a présenté de nouveaux faits si imprévus, si contraires même à ceux qui ont été observés par M. Dubrunfaut, que je m'empresse de les soumettre à l'Académie à cause de leur importance bien évidente.

» 250 grammes de sucre ordinaire, en pain, ont été intervertis dans 750 grammes d'eau et $0^{cc},25$ d'acide chlorhydrique: on a enlevé l'acide par l'oxyde d'argent, purifié par l'acide sulfurique, etc. Ce sucre traité avant sa cristallisation par la chaux, en lait à 25 degrés, a présenté, au bout de trois ou quatre minutes, la solidification brusque qui assimile toute la masse à du plâtre fin, *gâché très-peu serré*. On a délayé dans 500 centimètres cubes d'eau et jeté sur un filtre. On a lavé à l'eau distillée, froide, puis bouillante, ce qui donne, au troisième ou quatrième passage, une eau incolore presque pure. Jusque-là rien d'inattendu : la solidification paraît bien conforme aux assertions de M. Dubrunfaut, qui regarde la partie insoluble comme du lévulosate de chaux. La liqueur claire, très-peu colorée en jaune pâle, serait, d'après le même chimiste, du glucosate de chaux, et, si

---

(1) Cet article avait été remis à l'Académie dans la séance du 29 novembre.

M. Dubrunfaut a vu juste, le poids du lévulosate et celui du glucosate seraient parfaitement égaux, ou du moins les deux sels purifiés de l'excès de chaux (et des matières insolubles de cette dernière) nous offriraient des poids de lévulose et de glucose parfaitement égaux.

» Les chimistes paraissent avoir admis ces faits comme établis scientifiquement par M. Dubrunfaut, et les ouvrages les plus modernes les citent comme un moyen sûr d'obtenir séparément le glucose et le lévulose. Aucun de ces faits ne se réalise dans l'examen du sucre interverti préparé comme je l'ai dit, et voici ce qu'on observe.

» Le sel de chaux soluble a un poids beaucoup plus considérable que celui du sel insoluble; leur rapport n'a pas encore été mesuré bien exactement, mais je puis affirmer qu'il ne s'éloigne guère de celui que j'ai fait connaître comme résultant de l'action du chlorure de sodium. Si l'on traite les deux sels par un courant d'acide carbonique, on observe un fait nouveau; la solution donne un précipité de carbonate de chaux qui atteint près de 80 grammes, et conserve, après la carbonatation complète, une grande quantité de chaux, dont la séparation ne peut être effectuée que par un acide puissant, l'acide oxalique par exemple. Le précipité fourni par cet acide s'élève à environ 55 grammes et donne une liqueur très-peu colorée, jaune de topaze.

» Ainsi, le sel soluble, au lieu d'être du glucosate de chaux pur, comme l'a dit M. Dubrunfaut, est un mélange de deux corps, dont l'un peut sembler être du glucose ou un autre sucre, puisque sa combinaison avec la chaux est décomposable par l'acide carbonique, et dont l'autre est déjà d'une nature acide assez prononcée pour résister pleinement à l'influence du même gaz.

» Quant à la partie insoluble, elle est entièrement décomposée par l'acide carbonique et donne un liquide neutre, où, d'après M. Dubrunfaut, nous devrions trouver le lévulose pur.

» Aucune de ces assertions de M. Dubrunfaut n'est d'accord avec l'expérience.

» Le premier produit, séparé par l'acide carbonique du liquide considéré par ce chimiste comme du glucosate de chaux, n'est pas un sucre.

» Le deuxième produit, séparé par l'acide oxalique du même liquide, n'est pas du glucose.

» Et la preuve des deux faits à la fois résulte de l'*absence complète de tout pouvoir rotatoire*, soit à droite, soit à gauche, dans le glucosate supposé, soit pendant qu'il est encore uni à la chaux, soit après sa décomposition

partielle par l'acide carbonique, soit après sa décomposition totale par l'acide oxalique (1).

» Ce n'est pas tout : le liquide neutre séparé du sel insoluble par l'acide carbonique, et qui devrait fournir le lévulose pur de M. Dubrunfaut, n'a lui-même aucun pouvoir rotatoire, ni à droite, ni à gauche.

» En d'autres termes, les trois produits que j'ai pu séparer, comme on vient de le voir, du sucre interverti (préparé avec les précautions nécessaires pour posséder le sucre interverti véritable), sont complétement dépourvus tous les trois de tout pouvoir rotatoire, et paraissent constituer l'état intermédiaire du sucre, ou plutôt le mélange des corps intermédiaires entre le sucre ordinaire dextrogyre et les sucres, ou produits lévogyres formés dans d'autres conditions.

» Cette neutralité optique est confirmée, d'ailleurs, par les propriétés chimiques. Aucun des trois produits qui viennent d'être mentionnés n'a d'action sur le réactif cupropotassique. Pour les deux premiers (ceux de la partie soluble avec la chaux, je n'ai pu encore m'en assurer séparément, parce qu'ils restent mêlés après l'action de l'acide carbonique et de l'acide oxalique; mais il est bien probable que chacun d'eux est inactif, puisque leur mélange ne produit rien. Toutefois, je dois ajouter que les plus grandes précautions sont nécessaires pour conserver cette inactivité parfaite. Il faut ne soumettre les liquides ni à la chaleur (celle du bain-marie, même), ni à l'action des acides faibles, ni surtout à celle des alcalis. Les liqueurs ne tardent pas à se colorer sous ces influences, et la propriété de réagir sur le réactif cupro-alcalin apparaît et se développe avec une grande rapidité parallèlement à la couleur. Il faut évaporer à froid.

» Le liquide séparé du sel de chaux insoluble par l'acide carbonique n'a pas la même instabilité : on peut l'évaporer au bain-marie ; on peut même le faire bouillir dans un bain d'eau et de chlorure de calcium ; on peut, enfin, l'entretenir bouillant avec un peu d'acide chlorhydrique pendant quelques secondes, sans développer la moindre action réductrice.

» Tous ces faits, au premier abord si étranges, m'ont conduit à examiner avec un grand soin, dans mes expériences, les produits qui semblent assez connus pour ne donner prise à aucun soupçon. Par exemple, les 78 grammes de carbonate de chaux, précipités dans le mélange calcique soluble, ont présenté une particularité bonne à noter. Ce carbonate a offert une coloration gris-bleuâtre assez intense : délayé dans l'eau et dissous presque en

---

(1) Je reviendrai plus tard sur le pouvoir rotatoire de cette solution calcique.

entier par l'acide chlorhydrique pur, il a donné, au travers d'un filtre, une liqueur fortement dichroïque, dont l'examen au saccharimètre n'a présenté aucune trace de pouvoir rotatoire.

» J'ai soumis naturellement mon sucre interverti à l'étude pour retrouver la fermentation élective indiquée par M. Dubrunfaut. Sans développer les détails, je me borne à dire que la solution de 200 grammes sucre interverti, marquant 20 degrés ↘ avant la fermentation, a donné d'abord 24 degrés, puis 22, 21, 18, 11, et enfin 0, sans offrir aucune trace de cette fermentation singulière qui ferait disparaître d'abord à la fois le glucose et le lévulose, et conserverait néanmoins, à la fois, ces deux corps, dont les proportions seules auraient varié.

» En résumé, les faits qui viennent d'être exposés prouvent que la nature du sucre interverti ne nous était pas, à beaucoup près, connue. Préparé avec les soins convenables, ce produit constitue un mélange de trois corps optiquement neutres, qui ne sont ni du glucose, ni du lévulose, ni un des sucres connus doués d'un pouvoir rotatoire. La fermentation n'a rien d'électif. »

ANALYSE SPECTRALE. — *Essai d'analyse spectrale appliquée à l'examen des gaz simples et de leurs mélanges; par* **M. DUBRUNFAUT.**

« Les expériences de MM. Kirchhoff et Bunsen sur les métaux alcalins et terreux prouvent que l'analyse spectrale peut devenir, entre les mains des chimistes, une méthode de recherches qui laisse bien loin derrière elle les réactifs les plus délicats et les plus sensibles. Elle offre, par là même, des moyens d'investigation nouveaux qui permettent de vérifier avec plus de facilité et de précision la pureté des produits sur lesquels on opère.

» Ce genre d'applications exigerait que les spectres des corps simples fussent bien connus et bien définis.

» On sait, en effet, que les spectres des divers corps simples se caractérisent tout à la fois par une ou plusieurs raies brillantes et par la position que leur assigne dans le spectre l'ordre de leur réfrangibilité. Lorsqu'un corps simple possède plusieurs raies caractéristiques, on sait que ces raies n'apparaissent pas toujours simultanément, et que le plus souvent elles se montrent au contraire successivement et à des températures différentes. On sait encore que les spectres des divers corps simples mélangés se produisent aussi à des températures différentes, et les variations qu'on observe dans les gaz avec la pression sont elles-mêmes une conséquence des varia-

tions de température que présente l'étincelle d'induction en traversant des milieux inégalement denses.

» En soumettant à l'analyse spectrale des gaz simples, comme l'oxygène, l'hydrogène et l'azote, il nous a été facile de reconnaître que, quel que soit le soin apporté à leur préparation, on ne peut réussir à préparer des produits purs.

» Ainsi l'hydrogène et l'oxygène les plus purs qu'on puisse obtenir par les moyens connus donnent toujours, d'une manière plus ou moins sensible, outre leurs spectres propres, les raies ou les bandes caractéristiques de l'azote. Cette particularité s'explique pour l'hydrogène, en considérant que ce gaz se prépare avec de l'eau et des acides qu'on ne peut, suivant nos observations, purger complétement des éléments de l'air, et notamment de l'azote (1).

» Si l'on considère, d'une autre part, l'extrême sensibilité de la réaction spectrale appliquée à l'azote, on comprendra comment ce gaz se trouve ainsi inséparable de l'hydrogène de manière à se révéler au spectroscope.

» Nous avons reconnu, en effet, que le gaz hydrogène réputé pur donne toujours sensiblement des traces du spectre de l'azote, qui se trouve dans les régions orangée et jaune, c'est-à-dire dans les régions qui sont tout à la fois les plus lumineuses et les moins réfrangibles. Dans ces conditions, les bandes caractéristiques des régions les plus réfrangibles font défaut, et cela tient probablement ou à la faible proportion d'azote qui se trouve dans l'hydrogène, ou à une réaction des gaz mélangés.

» En ajoutant à ce mélange $\frac{1}{1000}$ d'azote en volume, et en faisant avec soin le vide à quelques millimètres, on obtient un spectre complet et fort brillant de l'azote superposé au spectre, non moins brillant, de l'hydrogène.

» On peut d'ailleurs constater la présence de l'azote dans le gaz hydrogène réputé pur par les méthodes chimiques, en y faisant passer l'étincelle d'induction sous la pression atmosphérique. Il se produit alors, d'une manière non équivoque, de l'ammoniaque, dont on peut reconnaître la présence par les méthodes chimiques usuelles.

» On s'explique moins facilement la présence invariable de l'azote dans l'oxygène issu des divers procédés de préparation connus, et notamment du

---

(1) Nous avons précédemment signalé ce fait remarquable que l'eau retient obstinément $\frac{1}{1000}$ de son volume de gaz, qu'on ne peut séparer sans la transformer en vapeurs, et il n'est pas moins remarquable que ce gaz possède les propriétés négatives du gaz azote.

chlorate de potasse épuré par cristallisation et préalablement fondu. La proportion d'azote qui, dans ce cas, trouble la pureté de l'oxygène peut être dosée par les absorbants usités. La proportion d'oxygène peut s'élever jusqu'à 2 ou 3 centièmes en volume, ainsi que l'ont reconnu dès longtemps divers observateurs.

» La présence de l'azote dans de pareilles conditions peut être facilement constatée par les méthodes chimiques ordinaires en utilisant une réaction signalée par MM. Fremy et Becquerel. En effet, si l'on fait passer l'étincelle d'induction dans du gaz oxygène réputé pur, sous la pression atmosphérique, on voit apparaître la réaction caractéristique du gaz rutilant.

» On ne peut donc, dans les deux cas que nous venons de signaler, soulever le moindre doute sur la fidélité des indications du spectroscope.

» Il n'est pas aussi facile de constater l'impureté de l'azote préparé à l'aide de l'air atmosphérique et du cuivre. En effet, ce gaz, observé au spectroscope dans diverses conditions de température et de pression, ne donne que le spectre brillant décrit par Plücker et M. Morren; s'il contenait de l'oxygène échappé à l'analyse cuprique, le spectroscope ne pourrait le révéler, puisque, d'après Plücker, le spectre de l'oxygène n'est pas même sensible dans l'air atmosphérique. On sait d'ailleurs, par les observations de MM. Dumas et Boussingault, que l'azote préparé par le cuivre paraît être exempt d'oxygène appréciable par les méthodes chimiques. L'eau échappée aux dessiccants, comme l'oxygène, pourrait échapper à ce mode d'analyse. En effet, le grand éclat du spectre de l'azote et la multitude de ses bandes brillantes effaceraient les raies caractéristiques de l'hydrogène si elles existaient véritablement.

» Ainsi, quand on observe à diverses pressions un mélange d'hydrogène avec quelques traces d'azote, on voit le spectre de l'azote apparaître à des températures et à des pressions basses, qui ne sont pas favorables aux manifestations spectrales de l'hydrogène, et les raies caractéristiques de ce dernier gaz ne se montrent d'une manière sensible que lorsque, la pression ayant atteint une certaine limite, la température est assez élevée pour faire prédominer le spectre de l'hydrogène.

» Ces expériences ainsi interprétées, rapprochées des observations précédentes sur l'impossibilité d'obtenir des gaz purs et notamment de l'oxygène et de l'hydrogène privés d'azote, pourraient expliquer les observations qui ont conduit plusieurs savants (Plücker et M. Wülner) à admettre, pour chaque gaz simple, des spectres multiples et distincts qui apparaîtraient à des pressions et à des températures différentes. C'est ainsi que M. Wülner

a admis pour spectre des basses températures de l'hydrogène un spectre à bandes analogue à celui de l'azote.

» Si l'on reconnaît avec nous que l'hydrogène le plus épuré chimiquement renferme toujours de l'azote en proportions perceptibles à l'analyse spectrale, on sera disposé à admettre, *à priori*, que les deux premiers spectres observés par Plücker sont dus à la présence de l'azote; quant aux deux autres qui ont été signalés par M. Wülner dans des conditions et avec des manipulations plus ou moins complexes, on reconnaîtra qu'ils doivent être la conséquence d'impuretés dues aux modes d'expérimentation. En effet, M. Wülner a utilisé dans ses expériences, soit la haute température produite par la machine de Holtz, soit celle de la bobine Ruhmkorff aidée de la bouteille de Leyde, et l'auteur a reconnu lui-même que ces moyens énergiques altèrent les électrodes. La production des spectres multiples de l'oxygène et de l'azote a été obtenue par les mêmes moyens, et il est difficile de croire que ces moyens n'aient pas produit de pareilles causes. Ainsi il n'est pas rare de voir la raie du sodium apparaître dans les tubes de Geissler, quand on élève la température par les moyens connus (1). Ainsi encore, quand le vide a été obtenu à l'aide des machines à mercure comme la pompe de Sprengel, le spectre du mercure se montre par suite de la diffusion du mercure, et il est à remarquer que les manœuvres et les phénomènes décrits par M. Wülner peuvent se rapporter en partie à la présence du mercure dans les tubes expérimentés.

» Il est donc permis de conserver au moins des doutes sur la réalité des spectres multiples des gaz simples, et l'on ne doit considérer comme réels que les spectres primitivement décrits par Plücker. L'hydrogène serait ainsi parfaitement défini et caractérisé par l'une des trois raies α, β et γ.

» La vapeur mercurielle, qui pénètre par diffusion dans les tubes à gaz raréfiés, nous a paru éteindre la raie verte de l'hydrogène, en même temps que sa raie caractéristique de même teinte (β Plücker) offre un grand éclat. En considérant le pouvoir d'absorption de certains gaz et de certaines vapeurs, bien démontré par M. Janssen, on peut comprendre le fait en question.

---

(1) La raie du sodium et d'autres raies fournies par la matière des tubes apparaissent nettement dans les tubes à vide perfectionné d'Hittorff, quand on emploie de fortes bobines pour surmonter la résistance qu'un milieu très-déprimé, qui est loin d'être le vide absolu, oppose au passage du courant. Devons-nous faire remarquer que les expériences publiées sur les spectres des gaz comprimés sont entachées des mêmes causes d'erreur.

» Pour rendre plus facile l'intelligence des observations consignées dans cette Note, nous croyons utile de faire connaître notre mode d'expérimentation.

» Nous nous servons d'une bobine Ruhmkorff, qui donne, sans bouteille de Leyde, des étincelles de 5 à 6 centimètres, et pour pouvoir toujours observer ces étincelles dans les tubes, même avant d'avoir déprimé les gaz, nous ne donnons au filet capillaire de ces tubes qu'une longueur de 2 à 3 centimètres, qui est suffisante pour l'observation spectrale, et nous plaçons les électrodes entre lesquelles éclate l'étincelle d'induction à une distance inférieure à 5 centimètres au plus.

» Nos tubes sont armés d'un ou de deux robinets de verre qui gardent bien le vide; on les charge, par circulation, des gaz destinés aux observations, et la circulation est suffisamment prolongée pour assurer un balayage complet. Outre ces précautions, on recharge les tubes, à diverses reprises, avec les gaz épurés, après y avoir fait le vide. Les robinets rendent ces manœuvres faciles, et ils permettent de déprimer à volonté et graduellement les gaz en même temps que l'on peut suivre avec le spectroscope les modifications produites dans les spectres par les variations de pression. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Analyse de l'émeraude morallon, des mines de Muso (Nouvelle-Grenade)*; *par* **M. Jos. Boussingault.**

« Dans le schiste carburé d'Itoco, on rencontre deux sortes d'émeraudes: les canutillos, émeraudes cristallisées, toujours d'une grande valeur, ayant assez fréquemment pour gangue un spath calcaire blanc et opalin; puis les morallones, émeraudes amorphes, fissurées, gersées, formant des nids dans le schiste, dans le calcaire: ces émeraudes sont mises au rebut. Les morallones, dont j'ai eu à ma disposition plus d'un kilogramme, offrent, comme les canutillos, toutes les nuances comprises entre le vert très-foncé et le vert très-pâle. En morceaux, les morallones sont à peine translucides, mais en les brisant on en obtient des fragments à cassure vitreuse, ayant quelquefois la transparence de l'émeraude cristallisée. On a trouvé 2,640 pour la densité d'un morceau pesant $7^{gr},37$. Les morallones perdent près de 2 pour 100 quand on les chauffe au rouge sombre; à une température plus élevée, la perte n'est pas plus forte :

	gr		
Poids avant la calcination	0,935	1,828	
» après la calcination	0,917	1,793	
Perte	0,018	0,035	
Pour 100 d'émeraudes morallons	1,925	1,914	moyenne... 1,92

» C'est précisément la perte qu'éprouvent les émeraudes cristallisées. Toutefois, d'après M. Lewy, les canutillos deviendraient opaques et incolores par la calcination. Or rien de semblable n'a lieu avec les morallones. Des fragments du plus beau vert chauffés au rouge vif pendant une heure dans une nacelle de platine ont conservé leur couleur. En élevant la température au blanc, avec le chalumeau à gaz, la teinte verte ne disparaît pas davantage, mais les fragments prennent un aspect nacré, chatoyant, agréable à l'œil, après avoir été soumis à cette haute température; une esquille exposée à un feu capable d'en déterminer la fusion, se convertit en émail blanc. Le morallon, l'émeraude amorphe, en conservant sa couleur, après avoir été chauffé, se comporterait donc autrement que l'émeraude cristallisée. On peut affirmer qu'il n'en est rien : des petits cristaux d'émeraudes, chauffés au blanc, n'ont pas été décolorés. Déjà MM. Wöhler et G. Rose avaient vu qu'un fragment d'émeraude des mines de Muso, pesant 7 grammes, maintenu pendant une heure à la température de la fusion du cuivre, conserve sa couleur, en devenant opaque et perd 1,62 pour 100 de son poids. Contrairement à l'opinion de M. Lewy, MM. Wöhler et G. Rose ont conclu que la coloration de l'émeraude est due à l'oxyde de chrome, comme Vauquelin l'avait établi.

» L'analyse a donné, pour la composition de l'émeraude morallon, après calcination :

	I.	II.	III.
Matière employée	0gr,888 (1)	0gr,939 (2)	1gr,0785 (2)
Silice	0,600	0,625	0,729
Alumine	0,165	0,308 (Alumine + Glucine)	0,214
Glucine	0,115		0,132
Magnésie	0,003	0,008	traces
Oxyde de chrome, chaux	traces	traces	traces
	0,883	0,941	1,075

» Pour 100 :

	Moyenne.	Oxygène.
Silice	67,2	35,8
Alumine	19,4	9,1
Glucine	12,7	8,2 (Glucine + Magnésie)
Magnésie	0,4	
Oxyde de chrome, chaux	traces	
	99,7	

(1) Attaquée par la chaux, procédé de M. H. Sainte-Claire Deville.

(2) Attaquée par le carbonate de potasse.

» Admettant pour la constitution de l'émeraude

$$Al^2O^3, 2SiO^3 + GlO^3, 2SiO^3,$$

on aurait :

	Pour 100.	Oxygène.
Silice..........	66,82	35,6
Alumine........	19,08	8,9
Glucine........	14,10	8,9
	100,00	

» M. Léwy a trouvé, après calcination, dans l'émeraude cristallisée,

		Oxygène.	
Silice.....................	67,9		36,2
Alumine	17,9		8,4
Glucine..................	12,4	7,84	8,4
Magnésie et oxyde de chrome..	0,9	0,36	
Soude	0,7	0,17	
	99,8		

» L'émeraude morallon ne diffère donc pas, par sa composition, de l'émeraude canutillo. Si le rapport entre l'oxygène des bases et l'oxygène de la silice n'est pas rigoureusement 1 : 1 : 4, cela tient probablement à ce qu'il se trouve dans l'émeraude une petite quantité d'un minéral légèrement hydraté, laissant dégager son eau au rouge. Cette eau peut être recueillie en opérant la calcination dans un appareil imaginé par M. Damour, appareil consistant en un dé en platine, auquel est adapté, comme condensateur, au moyen d'un bouchon en carton fossile (asbeste), un tube de verre effilé. En chauffant successivement au rouge blanc, dans le dé en platine, 2 à 3 grammes d'émeraudes morallons en petits fragments, l'on a pu en calciner 16 grammes; l'eau condensée possédait une réaction franchement acide, due à de l'acide chlorhydrique, contenant un peu d'acide sulfureux, provenant de parcelles de pyrites disséminées dans la masse du minéral. On a supposé la présence de ce dernier acide, parce que le papier de tournesol, après avoir viré au rouge, finissait par être décoloré. Il est possible, pourtant, que l'action décolorante soit produite par la trace de chlore que renferme toujours le gaz acide chlorhydrique, porté à une haute température, au contact de l'air.

» La proportion d'acide contenue dans l'eau sortie des morallones est tellement faible, qu'il serait difficile de la doser exactement. L'eau acide précipite par le nitrate d'argent; le précipité est blanc, cailleboté, soluble

dans l'ammoniaque. Par la méthode volumétrique appliquée à l'eau recueillie dans l'appareil de M. Damour, il paraîtrait que les émeraudes morallons ne renfermeraient pas au delà de $0^{gr},0019$ d'acide. Il est facile de constater l'acide dans les émeraudes, sans avoir recours à la calcination; il suffit de mettre la matière porphyrisée et lavée en digestion dans de l'acide nitrique étendu, qui se trouble alors par l'addition du nitrate d'argent.

» La résistance de la couleur verte à l'action d'une température élevée ne permet pas de supposer que les émeraudes, morallones ou canutillos, soient colorées, comme le croyait M. Léwy, par une substance de nature organique, par un carbure d'hydrogène dont il aurait d'ailleurs dosé le carbone. Néanmoins, la grande exactitude que M. Léwy apportait dans ses travaux m'imposait le devoir de rechercher, dans l'émeraude morallon, le carbone qu'il avait signalé dans l'émeraude *canutillo*.

» $2^{gr},80$ d'émeraudes pulvérisées, contenus dans une nacelle de platine, ont été exposés pendant trois heures dans un courant d'oxygène sec, traversant un tube chauffé au rouge. A l'extrémité du tube étaient adaptés deux condenseurs, un tube à ponce sulfurique pour retenir l'eau, un système à potasse pour absorber l'acide carbonique. Après l'opération, le poids de la ponce sulfurique avait augmenté de $0^{gr},040$ = eau; le poids des appareils à potasse, de $0^{gr},025 = CO^2$ = carbone $0^{gr},0068$.

» Rapportant à 100 d'émeraudes :

Eau recueillie	1,50
Carbone dosé	0,24

Résultat conforme à celui obtenu par M. Léwy. Pour 100 d'émeraudes cristallisées, deux analyses lui ont donné, en carbone : l'une, 0,21; l'autre, 0,25.

» Dans les morallones, le carbone obtenu vient peut-être des particules de schiste carburé appartenant au gisement et souvent à la gangue des émeraudes, schiste dont les plus beaux cristaux ne sont pas toujours exempts.

» L'émeraude cristallisée ou amorphe perd au rouge l'eau qu'elle contient, mais pas au-dessous de cette température. La proportion en paraît constante; c'est, par conséquent, de l'eau combinée, et à ce titre elle doit figurer au nombre des éléments du minéral. On aurait alors pour la composition des émeraudes morallones analysées :

Silice	65,9
Alumine	19,0
Glucine	12,5
Magnésie	0,4
Eau	1,9
Perte	0,3
	100,0 »

ZOOLOGIE. — *Note sur une station d'une Encrine vivante* (Pentacrinus Europæus) *sur les côtes de France; par* **M. Lacaze-Duthiers.**

« Depuis les beaux travaux de MM. W. Thomson et Carpenter, on sait que la forme des Comatules à l'état embryonnaire est précisément celle qui avait été regardée par les naturalistes, surtout par les paléontologistes, comme étant caractéristique de l'un des groupes les plus remarquables des Échinodermes, du groupe des Crinoïdes ou des Encrines.

» Cette découverte est de la plus haute importance, aussi bien au point de vue de la zoologie pure, qu'au point de vue de la philosophie zoologique; car elle montre une fois de plus combien les rapports des animaux seront mieux définis lorsque les zoologistes auront pris pour guide l'évolution et la morphologie comparée des êtres.

» Les opinions des savants anglais sur les relations des Pentacrines et des Comatules ont été trop bien démontrées par eux, pour qu'il soit nécessaire d'apporter de nouvelles preuves à l'appui; aussi mon désir est simplement de faire connaître une station facile à aborder, où il est possible, à tout zoologiste qui le désirera, de répéter l'une des observations d'embryogénie et de *zoologie expérimentale* des plus remarquables.

» Le port de Roscoff, situé à l'extrémité nord d'une large langue de terre qui s'avance dans la Manche au nord, entre les rivières de Morlaix, de Saint-Pol-de-Léon à l'est et la baie de Pouldu à l'ouest, est entouré de récifs sans nombre qui assèchent à marée basse et permettent au zoologiste d'y faire les récoltes les plus variées; du reste le *Gulf-Stream*, en venant baigner ces côtes, entretient dans ces contrées une température éminemment propre au développement des animaux. Enfin, au nord, une longue bande granitique, comme le reste des rochers, courant est-ouest, l'île de Bass, forme une digue contre les flots de la haute mer et protége le canal qu'elle laisse entre elle et Roscoff. En raison même de ces conditions, la faune est particulièrement riche dans ce point du littoral.

» Deux années de suite, en 1868 et 1869, je suis allé passer une partie de la belle saison pour faire des recherches dans cette localité, l'une des plus riches de nos côtes. J'y reviendrai encore, car mon intention est de la faire connaître et de la prendre comme type de la faune maritime des côtes de France, pour laquelle j'ai déjà recueilli de nombreux et de précieux matériaux.

» Quand, de la place de l'église de Roscoff, on descend, à mer basse, sur la grève en allant directement au nord, on voit devant soi de gros pitons granitiques qui, ne couvrant jamais, forment des îlots même aux plus grandes marées. Ce sont : à l'est et à droite de l'observateur, les deux Bourguignons; à gauche ou à l'ouest l'île Verte; plus loin, dans la direction de l'est, des roches qui couvrent et découvrent, parmi lesquelles je citerai Meinanet et Rolas. Entre tous ces récifs et dans le canal, la mer laisse en se retirant de vastes et belles prairies de zostères, des plages sablonneuses couvertes de pierres, habitées les unes et les autres par de nombreuses espèces d'animaux; par des Ascidies simples ou composées extrêmement variées, des Bryozoaires, des Sertulariens, des Éponges surtout calcaires, des Échinodermes, des Synaptes, des Lucernaires, des Caryophyllies, des Actinies nombreuses, des Planaires, des Borlasies, des Mollusques nus ou autres très-abondants, etc., etc., qui dédommagent largement le zoologiste des peines prises en fouillant ces grèves.

» Les deux zones qu'occupent habituellement les algues, l'une au plus haut (*Fucus vesiculosus*, *F. serratus*), l'autre au plus bas (*Laminaria*) de l'eau, sont nettement séparées à Roscoff, par l'*Himanthalia lorea*, que dans le pays on emploie, comme engrais, sous le nom de *filet*, pour la culture des légumes. La zone des *filets* découvre à l'époque des syzygies; mais elle n'est entièrement à sec qu'aux plus fortes marées, quand les Laminaires placées au-dessous sont elles-mêmes abordables. Tous ces renseignements sont nécessaires, car on ne saurait avoir une idée de la difficulté des recherches dans les rochers couverts de *filets*, si l'on ne s'est engagé au milieu de ces longs paquets de lanières gluantes de l'*Himanthalia*, qui cachent les anfractuosités des pierres et se dérobent sous les pieds. On n'y trouve presque rien, et les recherches n'y sont pas seulement d'une difficulté excessive, elles y deviennent dangereuses par les chutes que l'on fait à chaque instant.

» Dans la zone des Laminaires, les recherches sont à la fois plus faciles et plus fructueuses, mais ce qui nous importe au point de vue très-particulier dont il est ici question, c'est la présence des Sargasses dans cette zone et

ce fait curieux que cette algue abandonne quelquefois la grève profonde, pour remonter même assez haut, dans des circonstances qu'il importe de préciser.

» A l'époque des plus basses eaux, la mer, en se retirant, creuse des sillons dans les plages sablonneuses et les prairies marines. L'eau qui s'écoule des parties émergées forme, dans ces sillons, de véritables ruisseaux, souvent considérables et rapides. A l'ouest de l'île Verte et des Bourguignons, ces érosions sont nombreuses, et c'est dans l'eau qui les remplit que l'on voit les Sargasses remonter assez haut, et que l'on trouve en abondance le *Pentacrinus Europœus*. Si à l'époque des grandes mers, on va, dans ces sortes de ruisseaux, détacher des tiges grosses et touffues de Sargasse, en les arrachant tout près du sol et choisissant les plus rameuses, on est presque assuré, dans les mois de juillet, d'août et commencement de septembre, de rencontrer des PENTACRINES.

» Voici comment il faut faire cette recherche. Lorsque les pieds de Sargasse sont très-rameux, les ramuscules s'entre-croisent et forment une sorte de buisson, au milieu duquel aime particulièrement à s'introduire et à vivre l'*Antedon rosaceus*. Il faut ajouter que les Ascidies, les Éponges, les Sertulariens et les Bryozoaires sont là aussi tellement nombreux, que chaque pied de Sargasse fournit une véritable collection. L'Antédon y est quelquefois en telle quantité, qu'il colore presque à lui seul les tiges, en enroulant ses bras autour d'elles, et comme on l'y trouve avec toutes les variations de taille, je pensai que c'était la une station propre à son développement et me mis à la recherche de son *Pentacrinus*. Mes prévisions ne tardèrent pas à se réaliser, et j'ai pu recueillir à la grève même de très-beaux échantillons. Mais il est plus commode d'emporter des bases de tiges de Sargasses couvertes d'Antédons, et de chercher en écartant les ramilles sous la loupe et dans l'eau. J'ai ainsi trouvé des Pentacrines de tous les âges. Je les ai conservés vivants assez longtemps; et ceux de la plus grande taille, après s'être agités et avoir pris les formes les plus gracieuses qui leur ont valu leur nom, se sont métamorphosés sous mes yeux; ils ont abandonné leur pédoncule caractéristique de la forme crinoïde, pour devenir libres et aller se mêler aux Antédons adultes, au milieu desquels il devenait impossible de les reconnaître.

» Je crois donc qu'en suivant les indications qui précèdent, tous les zoologistes pourront vérifier les belles observations de MM. W. Thomson et Carpenter. C'est ce qui a déjà été fait par MM. Lemire et Myèvre, qui, après avoir travaillé longtemps sous ma direction dans mon laboratoire,

soit au Muséum, soit à la Sorbonne, étaient venus, d'après mes conseils, à Roscoff.

» M. Lemire, n'ayant quitté Roscoff qu'après la grande marée du commencement d'octobre, n'a plus trouvé à cette époque de Pentacrine; déjà, en septembre, ce nombre m'avait paru diminuer sensiblement : on trouvait cependant encore beaucoup d'Antédons, ainsi qu'a pu le constater M. E. Grube, de Breslau, qui était venu se joindre à nous au commencement de septembre.

» D'après cela on doit penser que c'est surtout dans la saison chaude que l'on aura la certitude de trouver des Encrines vivantes dans le lieu que j'indique et que l'on pourra répéter les observations des auteurs anglais.

» Une dernière remarque expliquera le soin mis ici à préciser cette station. Dans les excursions aux environs de Roscoff, par exemple au Kainou, plateau de roches situé au sud-est de Sainte-Barbe, dans la rivière de Saint-Pol-de-Léon, qui ne découvre qu'aux plus hautes marées, au nord de *Thizaouson*, à l'ouest du Fort de *Perharidi* et de la Roche du *Loup*, je n'ai point trouvé le *Pentacrinus*, et cependant les Sargasses abondaient dans presque tous ces points. Les conditions réunies dans les ruisseaux abrités derrière l'île Verte sont donc sans doute les plus favorables à la ponte et au développement de l'embryon.

» Il m'a paru utile de signaler à l'attention des naturalistes une localité où l'on pouvait aussi aisément répéter une observation de cette importance; d'ailleurs le *Pentacrinus Europœus*, placé à côté de son *Antedon rosaceus*, est rare dans les Musées, car les naturalistes, surtout les naturalistes français, qui l'ont recueilli, sont, je crois, peu nombreux, et je ne vois pas qu'il ait été encore signalé sur nos côtes. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur l'antiquité de l'âne et du cheval comme animaux domestiques en Égypte et en Syrie.* Note de **M. F. Lenormant.**

« Au commencement de cette année, M. Richard Owen, revenant d'Égypte, a adressé à l'Académie des Sciences un résumé très-intéressant de ses observations dans ce pays. Il faut cependant y relever une inexactitude sur un fait de quelque importance, et c'est à cette rectification qu'est consacrée la présente Note.

» En parlant des monuments de l'ancien empire égyptien, c'est-à-dire de la période historique qui s'étend jusqu'à la VIe dynastie inclusivement, et dont le point culminant doit être placé quatre mille ans environ

avant l'ère chrétienne, M. Owen dit : « On peut inférer de l'absence totale » d'aucune figure des quadrupèdes solipèdes, cheval ou âne, dans les re- » présentations nombreuses et soignées de la vie ordinaire et des animaux » domestiques, que l'immigration des fondateurs de la civilisation égyp- » tienne, s'ils sont venus d'un pays où les solipèdes existaient, a eu lieu à » une époque antérieure à la subjugation et à la domestication de ces » quadrupèdes. »

» La remarque est parfaitement exacte en ce qui concerne le cheval. Non-seulement cet animal n'apparaît sur aucun monument de l'ancien empire, mais il est également absent de ceux de la période qu'on appelle le *moyen empire*, et qui s'étend depuis la première renaissance égyptienne, sous la XIe dynastie, jusqu'à l'invasion des Pasteurs, comprenant les dynasties brillantes qu'on désigne comme la XIIe et la XIIIe. Au contraire, quand les monuments recommencent après une assez longue interruption, sous la XVIIIe dynastie, dont l'avénement doit être placé vers 1800 avant Jésus-Christ, le cheval se montre à nous comme un animal dont l'usage était désormais habituel en Égypte.

» Mais pour ce qui est de l'âne, nous le voyons figurer sur les monuments égyptiens, aussi haut que nous puissions y remonter. Sa représentation est très-fréquente dans les tombeaux de l'ancien empire, à Gizeh, à Sakkarah, à Abousir. On n'a certainement pas oublié le délicieux bas-relief du tombeau de Ti (V^e dynastie), représentant une troupe d'ânes, dont le moulage avait été apporté par M. Mariette à l'Exposition universelle de 1867. Dès la IVe dynastie, l'âne était un animal aussi multiplié en Égypte qu'il l'est encore aujourd'hui. Dans *le Tombeau de Schafra-Ankh à Gizeh*, publié par M. Lepsius, il est question d'un troupeau de sept cent soixante ânes élevés sur les propriétés du défunt, haut fonctionnaire de la cour du fondateur de la seconde pyramide de Gizeh (IVe dynastie). Dans d'autres tombeaux encore inédits, découverts par M. Mariette, j'ai remarqué des propriétaires qui se vantent d'avoir possédé des milliers d'ânes. Le dire de M. Owen est donc à modifier sur ce point.

« Au reste, les faits qui résultent, sur ce sujet, de l'étude des monuments égyptiens n'étaient pas exclusivement propres à l'Égypte. Dès le temps de l'ancien empire, la monarchie de la vallée du Nil avait avec l'Arabie Pétrée et la Palestine méridionale de trop étroits rapports de commerce et de suprématie politique, pour ne pas leur avoir emprunté le cheval, s'il avait été connu dans ces contrées. Et, en effet, dans les peintures du célèbre tombeau de Noumhotep, à Beni-Hassan-el-Kadim, on voit l'arrivée d'une famille

d'Aamon, c'est-à-dire de nomades pasteurs de race sémitique, qui viennent s'établir en Égypte avec leurs troupeaux sous un des premiers règnes de la XIIe dynastie (environ 3000 ans avant notre ère). Leurs seules bêtes de somme sont les ânes, qui portent le bagage et les enfants.

» Ceci est d'accord avec le témoignage du livre de la Genèse, ce fidèle et inappréciable miroir de la vie patriarcale. Quand les richesses des premiers patriarches y sont énumérées, on parle de leurs chameaux, de leurs *ânes,* de leurs troupeaux de bœufs et de moutons (Genèse, XII, 16; XXII, 3; XXIV, 35; XXX, 43; XXXII, 5 et 15; XXXIV, 28; XXXVI, 24; XLII, 26; XLIII, 18; XLIV, 3; XLVI, 23), mais jamais de chevaux, tandis que cet animal apparaît dans l'Exode comme d'un usage général. La seule mention que la Genèse fasse du cheval est lorsque la famille de Jacob vient s'établir en Égypte auprès de Joseph (Genèse, XLVII, 17). Mais ceci se rapporte à la dernière époque des faits rapportés dans le livre, au temps des derniers rois pasteurs en Égypte. Le témoignage coïncide ici, à peu d'années près, avec la plus ancienne mention du cheval que nous puissions relever sur les monuments égyptiens, avec le passage de l'inscription d'Ahmès, fils d'Abana, à Elethgia, traduite et analysée par M. de Rougé, où il est parlé du char de guerre du roi Ahmès, premier souverain de la XVIIIe dynastie.

» Les faits relatifs à l'histoire des solipèdes domestiques en Égypte et dans les pays voisins doivent donc être rétablis de la manière suivante :

» 1° L'âne était employé d'une manière universelle en Égypte et en Syrie, comme bête de somme, depuis les temps les plus reculés où les monuments fassent remonter;

» 2° Le cheval, au contraire, resta inconnu dans les pays au sud-ouest de l'Euphrate, jusqu'au temps où les Pasteurs dominaient en Égypte, c'est-à-dire jusqu'aux alentours du XIXe siècle avant l'ère chrétienne.

» J'ajouterai qu'un peu plus tard, les monuments nous montrent l'usage de combattre sur des chars attelés de deux chevaux comme tout à fait national chez le peuple chananéen des Khétas ou Héthéens, qui avait fourni la tribu dominante dans l'invasion des Pasteurs. Il serait donc possible que ce fussent eux qui eussent introduit le cheval en Syrie et en Égypte. J'ai essayé de démontrer ailleurs, dans mon *Manuel d'histoire ancienne de l'Orient,* que la grande migration des Chananéens, venus des bords du golfe Persique en Syrie, n'avait précédé que de très-peu l'entrée des étrangers désignés sous le nom de *Pasteurs* dans la vallée du Nil. »

« **M. Milne Edwards** ajoute que les remarques intéressantes de M. Lenormant s'accordent parfaitement avec les conclusions que les zoologistes devaient tirer du mode de distribution géographique des animaux du genre *Equus*. Il considère comme bien démontré aujourd'hui que l'âne est une espèce essentiellement africaine, qui ne s'est répandue en Asie qu'à l'état d'animal domestique, car tout ce que les anciens, ainsi que les voyageurs modernes ont dit des ânes sauvages, ou onagres, de la Syrie, de la Perse, etc., est applicable à l'Hémippe, au Gour, au Ghor-Khur, au Kiang ou au Dshiggetei, c'est-à-dire à diverses variétés de l'*Equus hemionus* et non à l'*Equus asinus*. Le cheval, au contraire, paraît être une espèce originaire de l'Asie centrale et d'une partie de l'Europe. Or, il est présumable que la domestication de chacune de ces espèces chevalines a eu lieu dans le pays qu'elle habite à l'état sauvage, et que par conséquent la domestication de l'âne a été effectuée en Afrique, probablement dans la haute Égypte ou dans une contrée voisine, tandis que celle du cheval a dû avoir lieu dans la région occupée par les peuples indo-germaniques. Si la civilisation de l'Asie centrale et de l'Europe avait précédé de beaucoup celle de l'Égypte, on aurait pu supposer que les anciens Égyptiens avaient reçu de l'étranger des chevaux dressés avant d'avoir su dompter l'âne qui vivait près d'eux à l'état sauvage; mais rien ne nous autorise à supposer qu'il en fut ainsi, et, suivant toute probabilité, les habitants de l'Égypte ont dû faire usage de l'espèce indigène, c'est-à-dire de l'âne, avant de se servir du cheval, qui est une espèce exotique et qui n'a pu arriver en Afrique qu'à l'état d'animal déjà domestiqué. On voit donc que les observations de M. Lenormant intéressent les zoologistes aussi bien que les historiens de l'antiquité, et si ce sont les peuples *pasteurs* qui ont introduit le cheval en Égypte, ce fait pourra contribuer peut-être à jeter quelque lumière sur leur origine ou sur leurs relations préalables avec les nations de l'Asie centrale. »

« **M. Élie de Beaumont** fait observer que le peu d'ancienneté de l'arrivée en Égypte de certaines espèces de grands animaux, fait déjà indiqué par M. Owen (1), et que M. François Lenormant confirme en le précisant davantage, est favorable à l'opinion que l'état actuel des choses sur la surface du globe ne remonte pas à une période excessivement ancienne. On comprend que le cheval n'ait pas existé en Amérique avant l'arrivée des Espagnols, parce qu'il n'a pu traverser l'Océan que sur les navires européens; mais si

(1) *Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 628 (séance du 15 mars 1869).

les configurations géographiques, qui permettent aujourd'hui de voyager par terre de l'Asie centrale en Égypte, remontaient à une époque extrêmement reculée, on concevrait plus difficilement que le cheval n'ait traversé l'isthme de Suez qu'au temps des rois pasteurs, pour pénétrer sous le ciel de l'Égypte, qui, comme celui de tout le nord de l'Afrique, lui est très-favorable. »

PALÉONTOLOGIE. — *Recherches archéopaléontologiques; par* **M. J. Reboux.**

« J'ai commencé en 1859 des recherches dans les terrains quaternaires de Paris; j'ai pu réunir un très-grand nombre d'instruments fabriqués par la main de l'homme; j'en ai trouvé dans quarante-neuf carrières. Ces instruments, de différentes matières, affectent des formes nombreuses et très-variées. J'ai pu en compter jusqu'à vingt-trois bien distinctes, telles que : couteaux, grattoirs, pointes de lances ou javelots, racloirs, haches, perçoirs, marteaux, lissoirs, coins, scies, doloirs, ciseaux, poinçons.

» Pour fabriquer tous ces instruments, trouvés à partir de 12 mètres de profondeur jusqu'à la surface du sol, il a fallu un temps considérable.

» Il y a trois époques bien distinctes :

» 1° La pierre éclatée, époque oolithique qui peut correspondre à l'Ours des cavernes;

» 2° La pierre taillée ou mésolithique, correspondant à l'époque du Renne;

» 3° La pierre polie ou néolithique, correspondant à l'époque des Dolmens.

» On est tenté de croire que c'est l'œuvre de plusieurs races d'hommes.

» D'après quelques essais que j'ai faits, ces peuples primitifs emmanchaient leurs instruments dans des branches de bois, qu'ils fixaient ensuite avec des intestins d'animaux. Pour confirmer la contemporanéité des grands animaux qui vécurent en même temps que les hommes qui fabriquèrent ces instruments des deux premières catégories de la pierre, j'ai trouvé mêlés, dans les différentes couches du diluvium, les animaux suivants :

L'Elephas Anticus.
L'Elephas Primigenius.
Le Cervus Megaceros.
Le Cervus Elaphus.
Le Cervus Tarandus.
Le Cervus Canadensis.
Le Cervus Belgrandi.
Le Cervus Adamas.
L'espèce Capra.
Le Canis Lupus.
Le Bos Primigenius.
L'Auroch, Bison européen.
Le Bos Indicus ou Bufle.
L'espèce Ovis.

L'Equus, variété Plecidens.
L'Equus Asinus.
L'Equus Cabalus.
Le Rhinoceros Tichorinus.
Le Rhinoceros Merckii.
Le Rhinoceros Etruscus.
L'Hippopotamus Amphibius.
Le Trogontherium.
Le Sus Scrofa.
Le Felis Spelæa.
L'Halitherium.
L'Ursus.
Le Sus Palustris.
Le Castor.
L'Ysatis.
Un oiseau genre Grue.
L'Hyène.
Le Cervus Alcée.
Un Rhinocéros indéterminé.

» Les terrains quaternaires ont dû mettre bien longtemps pour se former; le creusement des vallées a dû suivre de très-près l'époque pliocène.

» Les premiers instruments qui gisent sur le sol sous-jacent (la craie) sont mêlés aux débris du Trogontherium et de l'Halitherium, qui vivaient à l'époque tertiaire. Toutes ces couches horizontales, de constitutions très-diverses, se composent de : sable, cailloux, gravier, argile, silex, glaise; différentes roches, telles que : meulière, grès, caillasse ou meulière compacte, granit, une quantité de coquilles des terrains secondaires, tertiaires et quaternaires, oxyde de fer, peroxyde de manganèse, pyrite ferrugineuse, et une quantité de bois silicifié. Les dernières couches, les plus récentes, sont les moins connues.

» Le diluvium rouge, qui recouvre une partie de la France, est probablement le produit d'une boue glaciaire. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur la nature des truffes.* Note de **M. F.-E. Guérin-Méneville.** (Extrait.)

« Presque tous les savants et praticiens qui ont écrit sur la truffe disent que ces tubercules se produisent généralement dans de mauvais terrains calcaires, près d'arbres souffreteux et mal venant. Beaucoup d'autres disent encore qu'il faut bien se garder de fumer la terre à truffes.....

« Les agriculteurs, qui ont imaginé de faire des plantations de chênes en vue de la production des truffes, sont unanimes pour recommander d'employer des glands provenant d'arbres qu'ils appellent *truffiers*, de ces arbres maladifs.

» En prenant la semence à ces sujets prédisposés, et en les plaçant dans des sols pauvres, on agit logiquement : en effet, les arbres qui forment ces plantations, héritant de la constitution de leurs parents et ne pouvant se rétablir dans les terrains maigres où on les a placés, deviennent naturel-

lement sujets aux mêmes maladies et doivent, par conséquent, en imprégnant la terre des excrétions radiculaires que tout végétal rejette dans le sol, amener le développement de la truffe.

» Je me bornerai à ce simple aperçu de la théorie à laquelle j'ai été conduit par l'étude de faits observés dans une foule de localités. »

M. Namias adresse une Note concernant les résultats qu'il a obtenus, dans sa clinique du grand hôpital de Venise, par l'hydrate de chloral. Contrairement aux observations de M. Bouchut, l'auteur n'a jamais obtenu d'escharres dans les injections sous-cutanées de ce médicament, à la dose de 1 gramme dans 2 grammes d'eau distillée. Les effets ont toujours été excellents et très-prompts. L'injection a été pratiquée, en particulier, dans un cas de névralgie susorbitaire, dans des cas de rhumatismes musculaires, d'hypéresthésie à la poitrine chez des phthisiques, etc. M. Namias attribue les bons effets qu'il a obtenus à la pureté parfaite du chloral qu'il a pu employer, et qui était préparé par M. Cioni. Ce même médicament a été administré par les voies digestives, chez des adultes, à la dose de 8 à 10 grammes par jour, en six ou huit fois, à deux heures d'intervalle et pendant plusieurs jours consécutifs. Les effets ont toujours été excellents : on n'a constaté ni tension artérielle, ni fréquence du pouls.

M. Thuau adresse une Note relative à un procédé d'allumage et d'extinction instantanés des becs de gaz, dans une grande ville, par le moyen de l'électricité.

M. Micé adresse une Lettre relative à l'ouvrage dont il vient de publier la première partie, et qui a pour titre « Rapport méthodique sur les progrès de la Chimie organique pure en 1868 ».

La Lettre et l'ouvrage seront soumis à l'examen de M. Dumas.

La séance est levée à 6 heures.

D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 13 décembre 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

Le Monde des Fleurs botanique et pittoresque; par M. Henri LECOQ, Correspondant de l'Institut. Paris, 1870; 1 vol. grand in-8° avec planches et vignettes.

Les Champignons de la France; par M. F.-S. CORDIER. Paris, 1870; 1 vol. grand in-8° avec planches chromolithographiées.

Les Oiseaux chanteurs des bois et des plaines, imité de l'allemand; par MM. C. *et* A. MULLER, *avec une introduction de* M. CHAMPFLEURY. Paris, 1870; 1 vol. petit in-8° avec planches.

Les Pierres précieuses et les Principaux ornements; par M. J. RAMBOSSON. Paris, 1870; 1 vol. grand in-8° illustré.

Nouveau Dictionnaire de botanique; par M. E. GERMAIN DE SAINT-PIERRE. Paris, 1870; 1 vol. grand in-8°.

Réflexions et expériences sur le vol des coléoptères; par M. Félix PLATEAU. Sans lieu ni date; br. in-8°. (Tiré des *Archives des Sciences de la Bibliothèque universelle.*)

Les grandes usines. Études industrielles en France et à l'étranger; par M. TURGAN, 9e partie. Paris, 1870; grand in-8° avec figures.

Les Merveilles de la science, ou Description populaire des inventions modernes; par M. L. FIGUIER, t. IV. Paris, 1870; grand in-8° relié, avec figures.

Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux, t. VII. Paris, 1869; 1 vol. grand in-8°.

Société des Amis des Sciences naturelles de Rouen, 4e année, 1868. Rouen, 1869; 1 vol. in-8°.

Sur la distribution géographique des fougères du Mexique; par M. Eug. FOURNIER. Paris, 1869; in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société botanique de France.*)

Du collodion riciné appliqué en badigeon sur toute la surface du ventre, considéré comme agent de calorification générale, etc.; par M. A. DROUET. Paris, 1869; br. in-8°. (Adressé au concours Bréant, 1870.)

L'opium est l'antidote de l'empoisonnement par la belladone; par M. ABEILLE. Paris, 1869; br. in-12.

Bulletin de la Société impériale de chirurgie de Paris pendant l'année 1868, 2e série, t. IX. Paris, 1869; in-8°.

Éléments d'agriculture; par M. MÉHEUST. Paris, 1869; in-12 cartonné.

Étude sur la houle et le roulis; par M. E. BERTIN. Cherbourg, 1869; in-8°. (Présenté par M. Delaunay.)

Bulletin de l'Institut égyptien, années 1866 *à* 1869, n° 10. Alexandrie, 1869; in-8°. (Présenté par M. Wurtz.)

Solution de la quadrature du cercle; par M. FONDARY. Paris-Grenelle, sans date; tableau en une feuille.

Observation sur la température du corps humain à différentes altitudes à l'état de repos et pendant l'acte de l'ascension; par M. W. MARCET. Genève, 1869.

Note sur la valeur alibile de la Salicorne herbacée, en réponse à une demande de l'autorité supérieure du département de la Manche (1857); *par* M. BESNOU. Avranches, 1869; opuscule in-8°.

Sur la valeur agricole et alimentaire du sarrazin ou blé noir; par M. BESNOU. Paris, 1869; opuscule in-8°.

Observations relatives au desérage des bois par immersion dans les eaux salées, etc.; par M. BESNOU. Caen, 1867; opuscule in-8°.

Économie domestique, par M. BESNOU. Avranches, 1869; opuscule in-8°.

Considérations chimiques et agricoles sur les anomies ou hanon et quelques autres produits sous-marins; par M. BESNOU. Avranches, 1868; opuscule in-8°.

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

ERRATA.

(Séance du 6 décembre 1869.)

Page 1163, ligne 32, *au lieu de* 87 globules, *lisez* 87 en globules.
Page 1190, ligne 1 de la deuxième colonne du tableau, *au lieu de* 467,7, *lisez* 464,7.
Page 1190, ligne 6 de la deuxième colonne du tableau, *au lieu de* 431,9, *lisez* 441,9.
Page 1192, ligne 2, *au lieu de* parvenir à ce cycle, *lisez* parcourir ce cycle.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 DÉCEMBRE 1869.

PRÉSIDENCE DE M. CLAUDE BERNARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Secrétaire perpétuel donne lecture d'une Lettre par laquelle Madame veuve Poncelet prie l'Institut de vouloir bien accepter l'hommage qu'elle lui fait du buste du Général Poncelet. Le Général avait pour ses confrères une affection si profonde, il a si souvent exprimé, pendant sa douloureuse maladie, le regret de ne plus pouvoir prendre part à leurs travaux, que sa veuve sera heureuse de savoir au moins son image au milieu d'eux.

GÉOMÉTRIE. — *Sur la somme des angles d'un triangle.* Note de M. Bertrand.

« Aucun géomètre depuis Euclide n'a conçu de doutes sérieux sur la valeur de la somme des angles d'un triangle: un *postulatum* est nécessaire pour prouver qu'elle est égale à deux angles droits; mais l'évidence de ce *postulatum* permet aux esprits de bonne foi de l'accepter comme un axiome, et les dialecticiens curieux de disputer, non de s'instruire, peuvent seuls en contester l'évidence. Jamais, nous devons l'avouer, il ne nous a paru bien nécessaire de les réduire au silence; la Géométrie, en effet, conserverait même après ce succès des difficultés bien autrement insolubles; la

prétention de faire reposer la science sur le raisonnement seul, sans y laisser intervenir le sentiment intime relatif aux idées d'espace, semble absolument chimérique; l'évidence, quoi qu'on fasse, doit être invoquée, c'est sur elle seulement que peuvent reposer les idées premières de ligne droite et de plan. Un être autrement organisé que nous et privé de ce sens commun que l'on invoque, sans parfois le dire explicitement, pourrait posséder les facultés du raisonnement les plus développées, sans devenir capable d'étudier la Géométrie d'Euclide, où la logique lui montrerait clairement des lacunes que la claire vue des premiers principes ne saurait combler pour lui.

» La démonstration du *postulatum* d'Euclide ne suffirait donc pas pour changer le caractère logique et le degré de certitude des études géométriques. Faut-il en conclure qu'elle soit sans intérêt et que toute tentative faite dans ce sens doive être systématiquement repoussée? Nous ne saurions le penser; le problème tant de fois abordé a acquis, par le souvenir même de tant d'efforts infructueux, l'intérêt qui s'attache à une difficulté incontestable. Des recherches fort singulières et d'une nature toute spéciale dans l'histoire de la science mathématique, sont venues depuis un demi-siècle accroître encore cet intérêt.

» Un géomètre ingénieux, Lobatchewski, de Kasan, a osé se demander: Que deviendrait la Géométrie si, le *postulatum* d'Euclide étant inexact, la somme des angles d'un triangle différait de deux angles droits? Esprit puissant et sagace, profondément instruit de la science la plus élevée, Lobatchewski, par une suite de raisonnements solidement liés à ses prémisses, a obtenu d'étranges résultats, constituant une Géométrie nouvelle, à laquelle sa hardiesse n'a pas osé donner d'autre nom que celui de *Géométrie imaginaire*. L'illustre Gauss en a singulièrement grandi l'importance en la déclarant *construite de main de maître* et conforme, dans les traits principaux, à des résultats qu'il possédait depuis longtemps.

» Fortifiées par un tel témoignage, les assertions de Lobatchewski ont été souvent reproduites; on a substitué au nom prudent de *Géométrie imaginaire* la dénomination plus hardie de *Géométrie non Euclidienne*, et, sans avoir sans doute aucun disciple sérieusement convaincu, Lobatchewski a entraîné plus d'un admirateur à poursuivre après lui le caprice de cette débauche de logique.

» M. Carton, dans un Mémoire récemment présenté à l'Académie, admet, comme l'ont fait avant lui les géomètres qui ont traité la question, comme Legendre en particulier, et comme Lobatchewski lui-même, les idées

fondamentales relatives à la ligne droite et au plan. La ligne droite est indéfinie, elle peut être prolongée dans les deux sens sans aucune limite, deux de ses parties peuvent s'appliquer l'une sur l'autre, et elle ne peut enfin être coupée qu'en un seul point par une autre ligne droite; le plan lui-même est indéfini, et l'on peut y juxtaposer, dans une direction quelconque, un nombre infini de figures égales entre elles. Cela étant admis, comme on doit le faire lors même qu'on n'accepte pas l'évidence du *postulatum* d'Euclide, M. Carton s'efforce de démontrer ce *postulatum* avec la même rigueur que les autres propositions de la Géométrie élémentaire, et il nous semble qu'il y est parvenu. Le problème évidemment équivalent auquel s'attaque M. Carton est la détermination de la somme des angles d'un triangle. Legendre s'y est exercé à plusieurs reprises sans se satisfaire définitivement. Ses efforts cependant n'ont pas été infructueux, et, sans pouvoir prouver rigoureusement que la somme des angles d'un triangle est égale à deux angles droits, il a établi en toute rigueur qu'elle ne peut être plus grande. C'est le point de départ de M. Carton, et nous l'admettons avec lui. Nous devons indiquer les propositions préliminaires sur lesquelles repose sa démonstration.

» Si en deux points A et B d'une ligne droite on élève deux perpendiculaires AP et BQ de même longueur, la figure ABPQ est nommée par lui un *quadrilatère rectangle*, les deux angles en A et B étant droits par définition, et les deux autres restant inconnus, mais devant avoir nécessairement une somme moindre que deux droits.

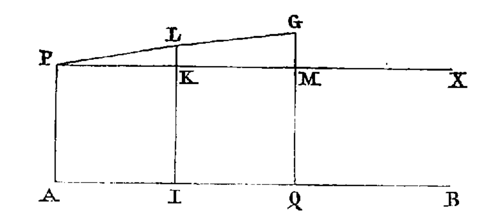
» *Premier lemme.* — Si, par le milieu K de AB, on élève une perpendiculaire qui rencontre PQ en G, la ligne KG est perpendiculaire à PQ, comme le prouve l'égalité des figures BKGQ et AKGP, qui sont superposables.

» *Deuxième lemme.* — Si l'on élève une perpendiculaire AP à une droite AB, et que par son extrémité P on élève une perpendiculaire PX à AP, les points de PX seront tous à une distance de AB égale *au moins* à AP.

» Soit en effet M un point tel que la perpendiculaire MQ abaissée sur AB soit moindre que AP.

» Prolongeons QM jusqu'à G, de telle sorte que QG = AP; si, par le milieu I de AQ, on élève une perpendiculaire à AQ, cette perpendiculaire qui coupe PM en K et PG en L sera, en vertu du lemme précédent, perpendiculaire aussi à PG. Mais dans le quadrilatère APKI, trois angles sont droits; le quatrième, dont le sommet est en K, est donc *au plus* droit, et

par conséquent son supplément LKP est *au moins* droit. Le triangle PLK



aurait donc un angle droit et un angle *au moins* droit. La somme de ses angles surpasserait deux droits, ce qui est impossible.

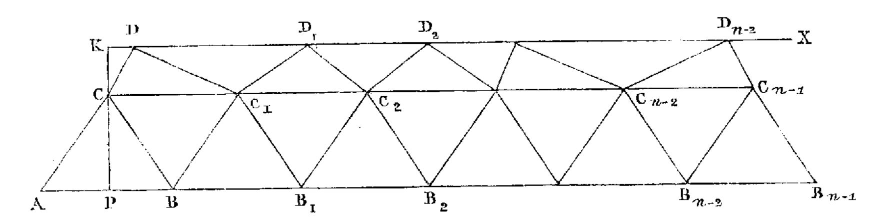
» *Troisième lemme.* — Si tous les points de la perpendiculaire PM, définie dans le lemme précédent, ne sont pas à la même distance de la droite AB, ils s'en éloigent de plus en plus à mesure qu'on s'avance sur cette droite en s'éloignant du point P. Si, en effet, la distance, après avoir augmenté, pouvait diminuer, il existerait évidemment, à cause de la continuité, deux points M′ et M″, dont les distances M′P′, M″P″ à AB seraient égales; la perpendiculaire IK, élevée au milieu de P′P″, rencontrerait alors PM à angle droit, en vertu de notre premier lemme, et l'on aurait un quadrilatère PIKA, dont les quatre angles seraient droits.

» Or Lobatchewski a prouvé que, si dans un seul triangle la somme des angles est égale à deux droits, ou dans un seul quadrilatère égale à quatre droits, la somme des angles d'un triangle quelconque serait, par une conséquence nécessaire, égale à deux angles droits.

» Il faut donc nécessairement admettre que les points de la droite PM, à partir du point P, s'éloignent de plus en plus de AB, s'ils n'en sont pas à une distance constante.

» Ces lemmes étant établis, considérons un triangle ABC, il a au moins deux angles aigus: supposons qu'ils soient adjacents à la base AB; prolongeons cette base indéfiniment, et portons sur elle $n-1$ longueurs égales à AB, BB_1, B_1B_2,..., $B_{n-2}B_{n-1}$, n étant un nombre arbitraire; sur ces diverses lignes, formons des triangles égaux à ABC, B_1C_1B, $B_2C_2B_1$,..., $B_{n-1}C_{n-1}B_{n-2}$, et joignons par des lignes droites les sommets CC_1, C_1C_2,..., $C_{n-2}C_{n-1}$; il résulte des théorèmes précédents que cette ligne, droite ou brisée, $CC_1C_2\ldots C_{n-1}$, n'aura aucun point dont la distance à AB surpasse la hauteur CP du triangle ABC; portons donc sur cette hauteur une longueur PK plus grande que PC; par le point K, élevons une perpendiculaire KX à PK, cette ligne KX laissera au-dessous d'elle tous les sommets C, C_1,..., C_{n-1}. Formons des triangles en même nombre n que les triangles ACB, BC_1B_1,...,

$B_{n-2}C_{n-1}B_{n-1}$ ayant pour bases CC_1, C_1C_2,..., $C_{n-2}C_{n-1}$ et leurs sommets en des points arbitrairement choisis sur KX, et de plus en plus éloignés



du point K; ces triangles CDC_1, $C_1D_1C_2$, $C_2D_2C_3$,..., $C_{n-2}D_{n-2}C_{n-1}$, et les triangles C_1DD_1, $C_2D_1D_2$,..., $C_{n-2}D_{n-3}D_{n-2}$, réunis aux triangles déjà tracés, remplissent l'hexagone $CDD_{n-2}C_{n-1}B_{n-1}A$, et sur le nombre total $4n-4$ de ces triangles, il y en a n égaux au triangle ABC. Si donc on suppose que la somme des angles de ce triangle soit $2^d-\alpha$, la somme des angles des $4n-4$ triangles sera

$$2n-n\alpha+6n-8-x,$$

en nommant x la somme faite, pour tous les autres triangles de la figure, de l'excès de deux angles droits sur la somme de leurs angles. Mais cette même somme d'angles est évidemment, en nommant $\sum$ la somme des angles de l'hexagone, égale à

$$\sum+2(n-1)+4(n-2)+2(n-3),$$

et en égalant ces deux expressions d'une même somme, on trouve

$$\sum=8-n\alpha-x,$$

on pourrait donc supposer n assez grand pour que $\sum$ fût négatif, ce qui est absurde. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la répartition de la potasse et de la soude dans les végétaux* (troisième Mémoire); *par* **M. Eug. Peligot.**

« Les plantes ont-elles la faculté d'emprunter au sol les substances alcalines qu'il renferme, ou bien choisissent-elles d'une manière exclusive les sels de potasse qu'elles s'assimilent en y laissant les sels de soude? Cette question, sur laquelle j'ai appelé déjà l'attention de l'Académie, est complexe; elle offre un grand intérêt agricole; elle a donné lieu à de nombreuses dis-

cussions et à quelques expériences qui semblent contredire les résultats que j'ai énoncés. Comme elle est du petit nombre de celles qui peuvent être résolues par des travaux de laboratoire bien dirigés, je demande la permission d'y revenir avec des faits nouveaux, dont l'étude a, depuis plus d'un an, absorbé tout le temps dont je puis disposer.

» Il importe de préciser d'abord les conditions du problème dont je poursuis la solution. Avant la publication de mes travaux, des analyses très-nombreuses sur les cendres laissées par l'incinération des végétaux avaient conduit à admettre que la potasse et la soude se rencontrent simultanément dans les plantes, bien que cette dernière base y soit beaucoup moins abondante que l'*alcali végétal*, la potasse. Personne ne mettait en doute le rôle des sels de soude dans la nutrition des plantes; la plupart des agriculteurs admettaient que ces sels doivent entrer utilement dans la confection des engrais. Cette opinion se trouve résumée dans ce passage du *Cours d'Agriculture* de M. de Gasparin : « Les alcalis minéraux, la soude et la » potasse, entrent toujours dans la composition des végétaux, et la petite » quantité de ces substances que renferment beaucoup de terres, la diffi- » culté que l'on entrevoit à ce qu'elles se renouvellent dans le sol, font » aisément comprendre qu'elles sont au nombre des suppléments les plus » utiles que l'on puisse fournir au sol (1). »

» Dans son *Économie rurale*, M. Boussingault dit : « Par ce qui précède, » on ne saurait douter de l'efficacité de la potasse et de la soude sur la » végétation. On retrouve d'ailleurs constamment ces bases dans les » plantes (2). »

» J'ai cherché à établir, par des expériences nombreuses, que, dans un grand nombre de plantes cultivées, la soude ne fait pas partie des éléments constituants des cendres, bien qu'on la rencontre dans d'autres plantes venues à côté, dans le même terrain. J'ai montré que, dans la plupart des analyses, la soude a été dosée par différence, en employant une méthode défectueuse, *sans qu'on ait cherché le plus souvent à constater préalablement dans les cendres la présence de cet alcali.* J'ai indiqué le procédé que j'ai suivi pour reconnaître sûrement ce corps, au moyen de l'efflorescence du sulfate de soude.

» On comprend facilement d'ailleurs, qu'en l'absence de toute espèce de doute sur l'existence de la soude, ce mode de dosage ait été suivi par la

---

(1) *Cours d'Agriculture*, t. I, p. 646.
(2) *Économie rurale*, t. II, p. 73.

plupart des chimistes qui se sont occupés de l'analyse des cendres des végétaux : on sait qu'il consiste à déduire, au moyen d'une formule bien connue, la proportion des deux alcalis du poids des sulfates neutres qu'ils fournissent et de celui de l'acide sulfurique déterminé sous forme de sulfate de baryte.

» Comme il importe d'établir nettement le degré de confiance qu'il convient d'accorder à ce procédé d'analyse, je demande la permission de citer textuellement l'opinion de M. Rivot sur ce sujet. Tous ceux qui ont étudié la Docimasie du savant ingénieur dont nous déplorons la perte récente, rendent hommage à la sûreté d'appréciation qui distingue son important ouvrage.

» Après avoir décrit ce procédé, M. Rivot ajoute :

« *Observation.* — La détermination des alcalis par le calcul laisse beaucoup » à désirer sous le rapport de la certitude des résultats, et on ne doit y re- » courir que dans des cas exceptionnels; il est du reste facile de se con- » vaincre, en étudiant les deux formules précédentes, qu'on ne peut espérer » une approximation que lorsque la potasse et la soude se trouvent toutes » deux dans une proportion assez forte. . . . . En opérant avec les » plus grands soins, on ne peut pas, en général, répondre de la neutralité » des sulfates et de l'exactitude de leur pesée à 2 ou 3 centigrammes » près; les erreurs commises dans les déterminations des alcalis par le cal- » cul peuvent donc s'élever très-aisément à 5 et même à 7 centigrammes en » plus ou en moins sur l'une ou l'autre base, suivant le signe de l'erreur » faite dans la pesée des sulfates et généralement en plus pour la soude et » en moins pour la potasse. »

» L'influence de cette méthode sur la valeur des résultats que fournit l'analyse des cendres peut être d'autant plus grande que celles-ci contiennent toujours beaucoup plus de potasse que de soude. Quoi qu'il en soit, d'ailleurs, à cet égard, d'autres causes, notamment la nécessité d'abandonner des opinions qui depuis longtemps ont cours dans la pratique agricole, m'ont créé de nombreux contradicteurs. Dans un précédent travail, j'ai discuté les expériences instituées à Grignon dans le but de démontrer l'efficacité du sel marin en raison de sa prétendue transformation en azotate de soude. M. Cloëz ne met pas en doute la présence simultanée des deux alcalis dans les plantes et dans le suint de mouton, en s'appuyant, d'ailleurs, sur des analyses faites par une méthode différente et plus précise. M. Payen, auquel on doit des analyses de fourrages provenant des prés salés du département des Bouches-du-Rhône, fourrages dont les cendres renfermaient des sels de

soude, a fait récemment, à l'Académie, deux Communications ayant pour objet de contester les résultats que j'ai obtenus et les conséquences que j'en ai déduites.

» J'espère établir, dans ce travail, que ces dissidences sont plutôt apparentes que réelles. Je ne conteste nullement les faits observés, mais je diffère d'opinion sur l'interprétation qu'on leur donne.

» Les végétaux que j'ai d'abord examinés provenaient tous de terrains situés loin de la mer; néanmoins, ces terrains n'étaient pas exempts de sel marin venant du sol, de l'eau pluviale et des engrais, puisque l'analyse des cendres m'a conduit à admettre qu'à côté des plantes cultivées qui ne renferment que des sels de potasse, il y en a d'autres dans lesquelles on rencontre une notable proportion de soude : la betterave, l'arroche, la tétragone, etc., appartiennent à cette dernière catégorie.

» Je me proposais d'étudier cette année les végétaux cultivés près des bords de la mer, lorsqué j'ai eu connaissance d'un travail de M. Paul de Gasparin, sur la composition, au point de vue des éléments minéraux, d'un blé récolté à Saint-Gilles, dans les marais salants de la Camargue, dans le département du Gard. Ces terrains sont extrêmement chargés de sel; la potasse y est beaucoup moins abondante, puisque 100 parties de terre n'en renferment que $0^{gr},205$ tandis qu'elles contiennent $1^{gr},640$ de soude. Les deux alcalis, de même que la magnésie, y existent sous forme de chlorures.

» Dans $1^{gr},525$ de cendres, provenant de 100 grammes du blé (touzelle blanche) récolté dans ces terrains, M. de Gasparin a trouvé $0^{gr},379$ de potasse et $0^{gr},071$ de soude.

« La préférence du blé pour la potasse et la magnésie, dit l'auteur de » ce travail, est donc confirmée; il n'est pas surprenant que la soude semble » manquer absolument dans cette céréale, quand la proportion de sel » marin existant dans le sol ou apportée par les engrais est relativement » minime; ce qui vient confirmer les analyses de M. Peligot. »

» Malgré cette appréciation et bien que les travaux de M. de Gasparin m'inspirent la plus grande confiance, je priai leur auteur de vouloir bien m'envoyer un échantillon de ce blé que je me proposais de soumettre, de mon côté, à un examen attentif. Je reçus bientôt 500 grammes d'un blé récolté cette année sur le même terrain, celui qui avait servi à son analyse n'ayant pas été conservé. Avant de l'incinérer, je le lavai à l'eau distillée froide, ainsi que j'ai l'habitude de le faire, dans le but d'enlever les poussières qui adhèrent souvent au grain. L'eau de lavage présentait une saveur salée et donnait un abondant précipité par l'addition de l'azotate d'argent acide.

C'est, selon moi, l'explication de la légère dissidence qui existe entre les résultats de M. de Gasparin et ceux que j'ai maintes fois constatés. En effet, j'ai séparé de cette façon $0^{gr},212$ de sel en lavant rapidement 300 grammes de ce blé; on a aussi dosé la quantité de chlorure d'argent fourni par le lavage de 100 grammes du même froment; le résultat a été le même, soit 4,3 et 4,6 pour 100 de chlorure de sodium dans le résidu qu'aurait fourni l'incinération de ce blé. M. de Gasparin en avait trouvé 8,7; mais cette différence est facile à expliquer : le blé n'était pas le même; en outre, il ne paraît pas qu'il soit possible d'enlever entièrement, par une simple lavage, une substance soluble qui se trouve à la surface d'une plante qui se gonfle, qui fait éponge en présence de l'eau. J'ajoute qu'en faisant germer le blé lavé dans l'eau distillée, celle-ci a fourni par l'évaporation un résidu qui représente environ 1 pour 100 du poids du blé et qui contient 24,6 de chlorure de sodium pour 100 de cendres. J'ai fait la même observation sur diverses graines préalablement imprégnées de sel; il semble qu'au moment de la germination cette substance soit expulsée de préférence aux autres composés minéraux, ceux-ci étant plus utiles au développement ultérieur de la plante.

» Ainsi, le blé qui provient des terrains salés retient à sa surface une certaine quantité de chlorure de sodium que l'air de la mer y dépose mécaniquement, et dont l'origine ne doit pas être confondue avec celle des éléments minéraux qui sont empruntés au sol par les radicelles de la plante. Ce transport des particules salées sur tous les corps, en raison de leur surface et de leur état de division, est tellement évident qu'il ne me paraît pas utile d'y insister; toute personne qui séjourne pendant quelques heures au bord de la mer en constate sur elle-même la réalité. Dans certains cas, sous l'influence des vents de la mer, ces effets sont tels, que les végétaux succombent sous l'enveloppe cristalline qui les entoure, et, d'après M. Moll, celle-ci est quelquefois tellement épaisse que les agents du fisc interviennent pour empêcher que ce sel, qui n'a pas payé les droits, soit prélevé pour la consommation des habitants du pays.

» Aussi, je ne comprends pas que cette origine ait échappé à M. Cloëz, dans les études qu'il a faites sur les proportions relatives des alcalis contenus dans les salins de diverses plantes provenant, les unes de terrains qui bordent la mer, dans le département de la Somme, les autres du Muséum d'Histoire naturelle, à Paris. Ces analyses, de même que celles qui sont relatives au suint de moutons élevés dans des conditions analogues, ont

été présentées à l'Académie comme étant en contradiction avec les résultats auxquels je suis arrivé. En ce qui concerne les plantes analysées par M. Cloëz, il en est quelques-unes, comme le chou marin, la moutarde noire et le pois maritime, qui, quelle que soit leur provenance, peuvent renfermer dans leurs tissus une certaine quantité de sel marin. N'ayant pas eu l'occasion d'examiner ces plantes, je ne les ai pas classées parmi celles, assez nombreuses, dans lesquelles j'ai signalé la présence de cette substance. A l'égard des moutons nourris dans les prés salés de la baie de la Somme, je suis étonné que l'auteur de ce travail n'ait pas rencontré dans leurs toisons une quantité de chlorure de sodium encore plus considérable : aucune substance ne semble plus propre à s'imprégner de sel dans ces conditions. M. Cloëz attribue aux plantes qui servent à la nourriture de ces moutons les 10 à 15 pour 100 de sels de soude qu'il a rencontrés dans le suint. Cette opinion ne me paraît nullement justifiée : l'addition du sel à la nourriture des moutons est journellement pratiquée dans bien des localités, et il ne paraît pas que la potasse que l'on retire de leur suint, par les procédés de MM. Maumené et Rogelet, en contienne des quantités bien notables; j'ajoute que, si les sels de soude se rencontraient normalement parmi les substances qu'on peut extraire du suint, il n'est pas probable qu'ils auraient échappé aux patientes investigations de M. Chevreul, qui n'en fait pas mention.

» Les mêmes observations s'appliquent aux fourrages provenant de terrains salés du Midi, qui ont été analysés par M. Payen. Sans prétendre que parmi les plantes variées qui composent une prairie, il n'y en ait pas qui renferment des sels de soude dans leurs tissus, j'estime qu'il y a lieu de dégager, dans ces analyses, le sel accidentellement déposé à la surface de ces végétaux d'avec celui qu'ils empruntent au sol. M. Payen pense qu'il ne serait pas sans intérêt de rechercher la soude dans les sécrétions des tissus périphériques des plantes. En présence des faits si simples que je viens d'indiquer, il ne me paraît pas que cette recherche doive être fructueuse. Je mets d'ailleurs, dans ce but, à la disposition de mon honorable confrère, des plantes nombreuses provenant des lais de mer de la Vendée.

» C'est, en effet, de l'examen des plantes provenant de cette localité que j'ai maintenant à entretenir l'Académie. Il existe dans la baie de Bourgneuf, à une petite distance de l'île de Noirmoutiers, une large surface de terrains dont l'endiguement, commencé par M. Hervé Mangon, se continue depuis l'année 1855, sous la direction d'un habile ingénieur, M. Le Cler; 700 hectares de ces polders, protégés contre la mer par des digues de 5 mètres de

hauteur moyenne, et d'un développement de 18 kilomètres, sont aujourd'hui en pleine culture et ont donné cette année d'abondantes récoltes.

» Avec un soin et un empressement dont je ne saurais trop le remercier, M. Le Cler m'a envoyé des échantillons de ses différentes récoltes, et, avec eux, des échantillons de la terre des polders et de leurs divisions : ceux-ci, au nombre de onze, ont été prélevés le 14 mai; les plantes récoltées sont: le froment, l'orge, les fèves, le colza, la luzerne, le lin, la jarosse, le seigle, les pommes de terre et les haricots.

» Ces plantes, soumises à l'incinération, contiennent toutes du sel en assez grande quantité. Ce sel paraît se trouver à leur surface; l'eau froide, en effet, suffit, pour en séparer une partie; mais il ne paraît pas possible, en raison de la perméabilité des tissus dans les plantes coupées, de l'enlever en totalité. Ce sont les enveloppes des graines qui en contiennent le plus : telles sont les cosses des fèves par rapport aux graines qu'elles renferment. En évaporant les eaux de lavage, on obtient un résidu salin, qui, selon la nature de la plante, contient le chlorure de sodium dans une proportion qui varie entre 50 et 85 du poids du résidu calciné; ainsi les fanes de pommes de terre, cédant à l'eau froide d'autres sels, donnent un résidu qui ne renferme que 55 pour 100 de sel; tandis qu'une botte de seigle du poids de 685 grammes, dont les tissus sont moins perméables à l'eau, a fourni $4^{gr},225$ de salin renfermant lui-même 83,4 pour 100 de chlorure de sodium.

» J'estime donc qu'il convient, dans les recherches de ce genre, de tenir compte de la position géographique des terrains, aussi bien que de leur nature chimique. Je pense que c'est principalement à cette circonstance, entièrement négligée jusqu'à présent, qu'il faut attribuer le désaccord que présentent mes analyses avec celles de M. Isid. Pierre sur les blés du Calvados, de M. Eug. Marchand sur des plantes des environs de Fécamp, de M. Robert Kane sur les lins d'Irlande, de M. Muller sur les cendres du noyer de Hollande, etc. Le transport du sel à de grandes distances par les vents et par la pulvérisation de l'eau de mer au sommet des vagues, ne saurait être révoqué en doute. Tout récemment, M. Gillebert d'Hercourt a publié d'intéressantes observations sur la présence du sel dans l'atmosphère maritime; M. Eug. Marchand, de Fécamp, a décrit les effets produits par un vent du nord-ouest qui charriait des particules d'eau de mer sur des feuilles, qui, sous cette influence, ont été complétement détruites.

» On peut même se demander si, dans des locatités situées loin de la mer, l'eau pluviale, qui contient toujours une petite quantité de sel

marin, venant à séjourner et à s'évaporer à la surface des végétaux, n'est pas aussi l'origine de la petite quantité de chlorure de sodium qu'on trouve quelquefois dans les cendres. C'est une question à laquelle je ne suis pas en mesure de répondre, quant à présent.

» Il me reste à soumettre à l'Académie le résultat d'une analyse à laquelle j'attache une grande importance. Je me suis proposé de rechercher si certaines plantes qui, en dehors des causes *extérieures* que j'ai signalées, ne contiennent pas de soude quand elles sont cultivées loin de la mer, acquièrent la faculté d'en emprunter au sol des polders dans lequel elles ont végété.

» Les tubercules de la pomme de terre se prêtent bien à cette recherche; étant à l'abri du contact de l'air salé, ils ne peuvent emprunter qu'au sol les éléments minéraux qu'ils contiennent.

» On a soumis au traitement par l'eau de baryte la liqueur provenant des cendres fournies par 1 kilogramme de pommes de terre non lavées provenant des polders de Bourgneuf. Ces cendres renfermaient 92 pour 100 de sels solubles. J'ai décrit, dans un précédent travail, le procédé qu'il convient de suivre pour séparer, sous forme d'azotate cristallisé, la plus grande partie de la potasse. L'eau mère qui accompagnait les cristaux de nitre, et dans laquelle devait se trouver toute la soude, a été traitée par l'acide sulfurique, et le résidu fortement calciné. C'était du sulfate de potasse entièrement exempt de sulfate de soude. Ce sel, dissous dans l'eau, n'a donné par l'évaporation spontanée que des prismes transparents, sans aucune trace d'efflorescence.

» De plus, j'ai analysé ce sulfate avec le plus grand soin. Voici les résultats que j'ai obtenus :

» $0^{gr},500$ de ce sel ont donné $0^{gr},667$ de sulfate de baryte.

» Or on trouve par le calcul que $0^{gr},500$ de sulfate de potasse pur doivent fournir $0^{gr},668$ de sulfate de baryte.

» Il me paraît donc démontré que ces pommes de terre sont exemptes de soude, aussi bien que celles qui proviennent de terrains situés à une grande distance de la mer.

» A l'appui de cette conclusion, je suis autorisé à mentionner une expérience que M. Dehérain a faite récemment à l'École d'Agriculture de Grignon : des pommes de terre, cultivées en plein champ, ont été arrosées avec des dissolutions de sulfate, d'azotate, de phosphate de soude et de sel marin : leurs cendres ne contenaient pas de soude.

» Je regrette que ces résultats soient en contradiction avec l'opinion que M. Payen s'est faite sur l'existence de la soude dans ces tubercules :

notre confrère a présenté, notamment, à la Société d'Agriculture, une analyse de pommes de terre *mères* dans les cendres desquelles M. Champion a trouvé 8 pour 100 de soude; outre que cette recherche me paraît avoir été faite sur une quantité de matière insuffisante, je dois faire observer que ce qu'on appelle *pommes de terre mères*, probablement par antithèse, est un résidu ne contenant plus de fécule, qu'on trouve dans le sol après la mort du végétal : les pommes de terre que j'ai analysées n'étaient pas même malades.

» J'ai fait la même étude pour la graine de colza provenant des mêmes terrains, mais je n'ai pas pu la débarrasser par le lavage du sel dont elle était imprégnée. Comme les agriculteurs s'accordent à considérer les terrains ou les engrais salés comme étant très-favorables à la culture de cette plante, j'ai cherché attentivement la soude dans de la graine de colza venant de la maison Vilmorin. En employant le même procédé, je suis arrivé au même résultat négatif que pour la pomme de terre. L'analyse du sulfate a donné, en effet, $0^{gr},334$ de sulfate de baryte pour $0^{gr},250$ de matière employée; le calcul donne exactement le même nombre. Je dois donc admettre que la graine de colza est parfaitement exempte de sel de soude.

» En résumé, les faits que je viens d'exposer à l'Académie ont pour objet d'établir que, dans les végétaux, la soude peut se rencontrer sous plusieurs états distincts :

» 1° Diverses plantes l'empruntent au sol par leurs radicelles; elle pénètre dans leurs tissus et elle fait partie des matières minérales que fournit leur incinération. Beaucoup d'autres n'en renferment pas.

» 2° Dans un certain nombre de végétaux marins, la soude existe sous forme d'eau salée, dans les sucs séveux qui remplissent les tissus, ordinairement très-volumineux, de ces plantes.

» 3° Enfin, pour toutes les plantes qui végètent dans une atmosphère salée, le chlorure de sodium se rencontre et se concentre à la surface de ces plantes; sa présence dans leurs cendres n'implique en aucune façon qu'il ait été utile à leur développement. »

M. **Élie de Beaumont** communique l'observation suivante, comme venant à l'appui de quelques-uns des faits cités par M. Peligot (p. 1275) :

« Me trouvant, l'automne dernier, dans le département du Calvados, à Canon, lieu situé près Mézidon, à 23 kilomètres au sud des côtes de la Manche, j'ai été témoin, en septembre et octobre, des effets de plusieurs coups de vent d'une impétuosité peu commune, venant de l'ouest ou du

sud-ouest. A la suite de ces coups de vênt, qui ont violemment agité les arbres et en ont même brisé quelques-uns, j'ai remarqué que les feuilles les plus directement exposées au premier choc de l'air étaient fanées et en quelque sorte fripées, comme elles auraient pu l'être par l'action d'une assez forte chaleur. Les jours suivants, ces feuilles jaunissaient et tombaient. Au premier abord, on ne voyait pas d'autre cause à cet effet que l'action mécanique du vent; mais il me paraît susceptible d'être expliqué d'une manière plus satisfaisante par l'action de l'eau de mer en poussière entraînée par le courant atmosphérique. Cependant le vent, d'après sa direction, ne venait pas des parties de la Manche qui baignent les côtes du Calvados, et s'il a réellement apporté de l'eau de mer pulvérisée, il doit l'avoir empruntée aux vagues de la baie de Cancale ou même à celles de l'Océan en dehors des côtes de Bretagne. »

« **M. Payen**, se référant d'abord aux deux Notes qu'il a précédemment communiquées à l'Académie sur la potasse et la soude dans les plantes (1), ne pense pas qu'il soit possible d'admettre la proposition formulée en ces termes par M. Peligot, d'après ses propres essais et les analyses du sol par M. de Gasparin : « La plupart des plantes cultivées fournissent des cendres » exemptes de sels de soude, attendu que les terrains dans lesquels elles se » sont développées en sont eux-mêmes exempts. » De grands faits pratiques et un nombre considérable d'analyses comparées démontrent jusqu'à l'évidence qu'il n'en saurait être ainsi. Dans les terres de toutes les régions agricoles de la France où la culture de la betterave s'est graduellement propagée depuis quarante ans, même dans les terrains de l'Auvergne, et parfois sans addition d'engrais, cette plante s'est constamment montrée plus ou moins riche en soude; et ce ne sont pas des quantités insignifiantes qui, chaque année, se trouvent ainsi puisées dans le sol, ce sont des quantités considérables qu'il n'est pas permis de négliger; tout au moins aurait-il fallu expérimenter la culture de la betterave ou d'autres plantes salifères avant d'admettre les résultats négatifs des analyses. Si d'ailleurs on était parvenu, dans ces conditions, à obtenir les plantes précitées exemptes de sodium, c'eût été un résultat extrêmement curieux, inattendu, mais nullement probable.

» Sans insister aucunement sur l'absence de la soude dans les cendres de diverses graines et des fruits des céréales, résultat conforme à ceux des

(1) *Comptes rendus* des 23 août et 6 septembre 1869.

analyses de Berthier et de M. Boussingault, ajoute M. Payen, je crois pouvoir dire qu'en essayant de déterminer la soude dans les feuilles et les tiges, après les avoir découpées en morceaux et tenues immergées plusieurs heures dans l'eau renouvelée, on risquait fort d'éliminer les composés solubles qu'on se proposait de rechercher ensuite, d'autant plus que ces composés auraient pu se rencontrer dans les tissus périphériques, de même que des sécrétions minérales devenues insolubles de carbonate calcaire sont accumulées dans des organismes spéciaux sous-épidermiques en concrétions mamelonnées, soutenues chacune par un pédicelle de cellulose, au milieu de cellules agrandies du parenchyme des feuilles.

» On sait que, jusqu'à l'époque (1841) où ces faits furent découverts et vérifiés par une Commission de l'Académie des Sciences (1), tous les chimistes considéraient le carbonate de chaux trouvé dans les cendres des plantes comme ne préexistant jamais dans les organismes à l'état normal, mais comme étant toujours le résultat de la décomposition au feu des sels calcaires à acides organiques : or on sait aujourd'hui que le carbonate de chaux se rencontre abondamment ainsi dans les feuilles des plantes de la classe entière des Urticées, comprenant cinq grandes familles naturelles (2).

» Il me sera peut-être permis de rappeler, à cette occasion, le fait remarquable suivant : Dans les noyaux des fruits des différentes espèces de Celtis, le carbonate calcaire, interposé dans la trame de cellulose formant le tissu de ces noyaux, tient la place qu'occupent, dans le tissu des noyaux de presque tous les autres fruits dits *à noyaux*, les substances organiques incrustantes : celles-ci forment 60 pour 100 de la matière ligneuse qui contient en outre 40 centièmes de cellulose; les noyaux de Celtis renferment 60 à 64 de carbonate calcaire et 40 à 36 de cellulose.

» Ici la démonstration de cette composition et de la structure spéciale est très-facile, car les noyaux très-durs des Celtis plongés dans l'acide chlorhydrique étendu de 10 volumes d'eau produisent une vive effervescence et laissent intact le tissu assoupli de cellulose facilement reconnaissable à ses caractères distinctifs.

» S'il existe dans les feuilles des sécrétions minérales, dissoutes ou solubles, il serait sans doute difficile de constater leur présence. J'ai cependant démontré qu'il s'en trouve de plus superficielles encore composées de la solution d'oxalate de soude ou d'oxalate de potasse à réaction alcaline dans

---

(1) T. VIII et IX du *Recueil des Savants étrangers* et *Comptes rendus* de cette époque.

(2) Notamment dans les *Celtidées*, les *Cannabinées*, les *Artocarpées*, les *Morées* et les *Urticées*.

les glandes qui recouvrent toute la superficie des jeunes tiges, rameaux et feuilles du *Mesembryanthemum cristallinum*.

» Il n'est pas non plus exact de dire, d'une manière absolue, que la soude ne peut se substituer à la potasse dans les plantes : une substitution de ce genre a été depuis longtemps constatée par Vauquelin, qui, ayant analysé les cendres d'un *Salsola tragus*, cultivé au Muséum d'Histoire naturelle, reconnut que la potasse avait remplacé la soude qu'on y trouve habituellement lorsque cette plante vient au bord de la mer. En présence de ce fait et d'un autre du même genre, relatif au *Mesembryanthemum cristallinum*, qui fournit de la soude dans l'île de Ténériffe et contient de la potasse dans l'intérieur des continents, on n'est pas non plus autorisé à dire que le sodium reste à l'état de chlorure dans les tissus des végétaux.

» En voyant combien il est difficile d'éviter les déperditions des composés du sodium dans les analyses ordinaires, surtout lorsqu'on néglige de carboniser les plantes et de laver le charbon, afin d'effectuer l'incinération plus aisément et à une plus basse température, j'avais accueilli avec une grande satisfaction la nouvelle d'une ingénieuse méthode d'analyse spectrale découverte par M. Janssen. Ce savant voulut bien, à ma demande et avant son départ pour l'Inde, répéter avec moi quelques essais et constater dans des produits végétaux la manifestation de la brillante raie du sodium, malgré une grande réduction de sensibilité à l'aide de flammes multiples. Cette méthode, qui ne laisserait apparaître de raie caractéristique que pour des quantités pondérables du métal cherché, serait affranchie des diverses causes de déperditions des composés volatils du sodium; elle permettra à M. Janssen, on peut l'espérer, de doter l'analyse d'un élégant procédé d'investigation à l'abri des incertitudes qui planent quelquefois sur les moyens d'analyse chimique à ce point de vue.

» Quant à l'analyse du foin des prés du Midi, que j'ai faite avec le concours de notre ancien et très-regretté confrère de Gasparin, j'ajouterai ici qu'il ne pouvait être convenable de débarrasser du sel marin superficiel ce fourrage, car, étant destiné à la nourriture des animaux, on devait déterminer sa composition à son état normal, afin de connaître s'il y aurait lieu, et dans quelle mesure, d'ajouter du sel marin à la ration alimentaire du bétail.

» Sans doute, si l'analyse spectrale ne pouvait déceler la présence de la soude en quantité appréciable dans les plantes en question, si les plantes salifères développées dans la cendre de bois (mélangées avec du sable quartzeux et un engrais azoté) ne contenaient pas de soude, il en faudrait con-

clure l'absence de cet alcali; mais jusque-là on ne risquera rien en se tenant sur la réserve.

» M. Peligot, en parlant des pommes de terre mères analysées par M. Champion, les a comparées à des tubercules malades ou même pourris; c'est là une hypothèse complétement gratuite : on peut dire seulement que les tubercules incinérés étaient en quantité si faible, qu'il a été impossible d'en obtenir assez de cendres pour une analyse quantitative; aussi la perte et les corps non dosés se sont-ils trouvés en trop fortes proportions pour rien conclure, et dès lors il était nécessaire de se procurer un spécimen plus volumineux; on y parvint en s'adressant à notre honorable collègue de la Société d'Agriculture, M. Dailly. Cette fois la quantité de cendre fut suffisante; l'incinération avait été complétée après la carbonisation et le lavage du charbon (1). M. Champion a pu obtenir le sulfate effleuri et doser la soude : il en a trouvé un peu moins d'un centième et demi (1,46) du poids des cendres et seulement 0,593 pour 100 dans les cendres des tubercules venus de Mers (Somme). Ces résultats, avec l'indication des diverses opérations de l'analyse, ont été communiqués à la Société impériale et centrale d'Agriculture de France et insérés au Bulletin.

» Dans ces deux circonstances d'ailleurs, les pommes de terre mères (de la variété Chardon, qui avaient été plantées entières), toutes différentes de ce que suppose M. Peligot, étaient parfaitement saines, exemptes de toute trace de maladie. C'est même une chose très-remarquable de voir des tubercules qui, en prenant part à toutes les phases d'une seconde végétation normale, se sont graduellement épuisés de fécule par suite de la dissolution de ce principe immédiat qui passe au travers des parois du tissu cellulaire de la zone corticale la plus féculente, sans occasionner aucune déchirure dans ce tissu. Les tubercules eux-mêmes conservaient alors toutes leurs formes et leur apparence extérieure, au point qu'on ne pouvait les distinguer facilement des nouveaux tubercules développés par la seconde végétation souterraine. »

ARCHÉO-PALÉONTOLOGIE. — *Sur les premiers indices bibliques de la présence du cheval en Égypte et en Syrie; par* **M. Faye.**

« Dans une Note très-intéressante des derniers *Comptes rendus*, M. Lenormant établit que le cheval est resté inconnu en Égypte et en Syrie jus-

(1) Ce sont des précautions indispensables, telles aussi que M. Corenwinder les a prises dans l'analyse des cosses de bananes, où il a dosé la soude en quantité notable (*voir* ma deuxième Note sur la potasse et la soude dans les végétaux).

qu'au XIXe siècle avant l'ère chrétienne. Le cheval ne figure, en effet, sur aucun des monuments antérieurs à la XVIIIe dynastie, et la seule mention qu'en fasse la Genèse date de l'époque de Joseph (XLVII, 17). Les remarques présentées à ce sujet par M. Milne Edwards et par M. Elie de Beaumont témoignent de l'intérêt qui s'attache à cette question d'apparence purement historique. Elle touche, en effet, à la zoologie et à la géologie.

» Je prie l'Académie de me permettre une simple citation qui aura dû échapper à M. Lenormant, car elle se trouve dans une de ces séries généalogiques qu'on ne parcourt guère que d'un œil distrait. A mon retour d'Égypte, je me suis mis à relire attentivement, avec le plus vif plaisir, la Genèse et l'Exode pour en comparer les tableaux, encore vivants aujourd'hui, avec les lieux et les personnages que je venais de voir. Je suis tombé ainsi sur le verset 24 du XXXVIe Chapitre de la Genèse : « Ce sont ici les » enfants de Tsibon : Aïâ et Anâ. »

» C'est cet Anâ qui trouva les mulets au désert, quand il faisait paître les ânes de Tsibon, son père (1).

» Or Anâ eut pour fille Aholibama, une des femmes d'Esaü. Tsibon, Hévien, était donc le grand-père d'Aholibama, de même qu'Abraham était le grand-père d'Esaü; il devait être contemporain d'Abraham. Le verset ci-dessus montre donc qu'il y avait des mulets et par conséquent des chevaux en Chanaan du temps d'Abraham, longtemps avant l'époque admise par M. Lenormant.

» Les patriarches n'en avaient pas, et cela se conçoit, car le cheval était et est encore en ces pays un animal de grand luxe et de guerre. Délicat et difficile à nourrir, il ne pouvait guère trouver place dans ces immenses troupeaux de chameaux, d'ânes, de bœufs et de brebis qu'Abraham, Lot, Laban ou Jacob menaient avec eux si péniblement, par petites journées; mais à côté des grands espaces parcourus par ces chefs nomades récemment arrivés de Chaldée, il y avait des villes habitées par des populations relativement autochtones, agricoles, commerçantes, plus ou moins riches et belliqueuses, et celles-là devaient posséder depuis longtemps des chevaux, puisqu'au témoignage si précis de la Genèse, on rencontre des mulets dans les maigres pâturages du désert dès l'époque du premier des patriarches.

(1) Traduction de Cahen. La Vulgate donne *aquas calidas* au lieu de *mulets*, mais elle est, je crois, la seule traduction qui ait adopté ce sens-là.

» Du reste, longtemps encore après Abraham, les chevaux ne figurent pas dans l'énumération des troupeaux. Le Livre de Job, par exemple, ne parle à deux reprises que de ses brebis, de ses chameaux, de ses bœufs et de ses ânesses, en sorte qu'on en pourrait conclure que le cheval était inconnu alors, n'était l'inimitable description du XXXIXe Chapitre. »

M. Roulin, à la suite de cette Communication, demande la permission d'exprimer un doute sur la valeur attribuée au passage cité comme tranchant la question en litige.

« Il est évident, dit-il, que cette simple proposition, l'existence du mulet suppose celle du cheval, serait un argument irrésistible s'il était certain que le mot *mulet*, de même que les mots qui y correspondent dans les écrits des anciens, avait toujours eu la signification très-précise qu'il a aujourd'hui ; mais c'est justement le contraire qui est prouvé. On trouve, en effet, dans un pays au moins très-voisin de celui dont parle ici la Bible, une troisième espèce du genre *Equus* qui a été souvent désignée comme représentant l'état sauvage de l'âne (1), mais à laquelle, plus souvent encore, et par une extension bien moins justifiable, on a appliqué un nom que, d'après sa composition (*ἡμίονος*, âne-à-demi), on devait croire fait pour la mule et le mulet. Ce qui montre bien que la confusion s'est réellement produite, ainsi que l'on pouvait s'y attendre, c'est le soin que prend Aristote de redresser sur ce point l'opinion.

» Dans son *Histoire des Animaux*, il revient à plusieurs reprises sur cette question, qu'il y aborde même presque au début (Livre I, Chap. 1er), lorsqu'il s'excuse, pour ainsi dire, de faire successivement l'histoire de chacun des animaux qui lui sont connus : ce qui l'y oblige, c'est que la langue ne lui fournit pas ce que nous appelons aujourd'hui des *noms génériques*, noms auxquels il aurait sans doute rattaché ce qu'il avait de commun à dire des espèces susceptibles d'être comprises dans un même groupe. Il remarque cependant qu'il y a une exception à faire pour les animaux auxquels s'ap-

---

(1) *Voir* au *Thesaurus* de Rob. Étienne ce qui est dit du mot ὄναγρος : « Asinus ferus, » ὄνος ἄγριος ut Herod. et Xenoph. vocant; cui opponitur ἥμερος, mansuetus. Latini onagrum » appellant ut Cic. Virg. Plin. et ante eos Varro, Lib. II, Cap. VI. *De Asinis*. Horum duo » genera unum ferum; quos vocant onagros : in Phrygia et Lycaonia sunt greges multi : » alterum mansuetum ut sunt in Italia omnes. » On voit que lui aussi voyait dans l'onagre le type sauvage de l'âne domestique.

plique le nom collectif de Λόφουρα (1), savoir l'âne, le cheval, le mulet, le bardeau, le Γίννος, et enfin la mule de Syrie, qui n'a, dit-il, reçu ce nom que grâce à une certaine ressemblance avec la mule proprement dite, car elle constitue une espèce distincte et dont l'accouplement est fécond.

» Plus loin, au Livre VI, Chap. 24e, il insiste une seconde fois sur ce point. Après avoir dit qu'on a vu des mules concevoir, mais sans pouvoir amener le petit à terme, il ajoute : « Quant à celles qu'on trouve dans la » partie de la Syrie située au-dessus de la Phrygie, elles s'accouplent et » mettent bas; mais ce ne sont point de vraies mules, malgré la ressem- » blance qu'elles ont avec ces animaux. Pour le γίννος, ce n'est qu'un » avorton de cheval, un poulain qui a souffert pendant la gestation. »

» Je me borne à ces deux citations qui ne sont pas les seules que je pourrais produire, et terminerai par cette dernière remarque que des animaux qui se voient en nombre dans un désert ne peuvent guère être pris pour des hybrides, l'hybridité ne se produisant, au moins pour les espèces supérieures, que sous l'influence de l'homme. On concevrait qu'un de ces bâtards, un seul, se soustrayant par la fuite à la domination de l'homme, eût été observé à l'état marron en un lieu solitaire; mais dès qu'il s'agit de plusieurs, la supposition devient, on peut le dire, inadmissible. »

« **M. Milne Edwards** fait remarquer qu'il faut être très-réservé dans les conclusions à tirer des noms employés non-seulement par les traducteurs, mais par tous les auteurs anciens, lorsqu'ils parlent d'animaux qu'ils ne connaissent qu'imparfaitement, car les écrivains qui ne sont pas des naturalistes sont toujours disposés à appliquer aux espèces nouvelles pour eux les noms appartenant à des espèces déjà connues avec lesquelles les premières ont plus ou moins de ressemblance. Ainsi il est très-probable que les quadrupèdes aperçus dans le désert par Hana, et appelés *mulets* par les traducteurs de la Bible, n'étaient pas des mulets proprement dits, mais des *hémiones,* animaux qui, par leur taille et leurs formes, sont intermédiaires au cheval et à l'âne, bien qu'ils soient complétement distincts de l'un et de l'autre comme espèce zoologique. En effet, ainsi que vient de le rappeler M. Roulin, il n'y a nulle part des mulets à l'état sauvage; ces animaux sont

---

(1) De λόφος, mot qui, dans l'origine, semble n'avoir désigné que la région du cou du cheval sur lequel portait le joug lié au timon du char, puis toute la partie supérieure du cou, de la tête au garrot; enfin la crinière elle-même dont cette partie est ornée : c'est dans ce sens que le nom est employé par Aristote.

des produits hybrides qui ne naissent que sous l'influence de l'homme, et lorsque Aristote parle des mulets errants de la Syrie, il a soin d'ajouter qu'il ne faut pas les confondre avec les mulets ordinaires, car ils sont féconds, tandis que les produits hybrides de cheval et d'âne sont stériles. Or nous savons aujourd'hui que les *mulets féconds de la Syrie* dont Aristote fit mention sont des *hémippes* et non des mulets. La présence de ces prétendus mulets en Syrie, au temps des patriarches, n'impliquerait donc en aucune façon l'existence du cheval dans cette région à l'époque en question.

» A l'appui des ces remarques, M. Milne Edwards rappelle que le *Chamor* des Hébreux est appelé communément *Ane sauvage* par les traducteurs de la Bible, mais est probablement une race locale de l'*Equus hemionus* et non représentant de l'*Equus asinus*. Il ajoute que les erreurs de ce genre ne sont pas rares. Ainsi le petit mammifère désigné par Moïse sous le nom de *Saphan* est appelé *Lapin* par la plupart des traducteurs de la Bible; mais, en réalité, cet animal n'est ni un lapin, ni un lièvre, ni un rongeur quelconque : c'est un *Daman* ou *Hyrax*, c'est-à-dire une espèce appartenant à un autre ordre zoologique.

» Si l'on s'en tenait aux mots employés par les premiers voyageurs en Amérique, on conclurait de leurs récits, qu'au XVIe siècle le lion et le tigre étaient des habitants du nouveau monde, tandis qu'en réalité les animaux désignés de la sorte étaient le couguar et le jaguar.

» En résumé, M. Milne Edwards déclare qu'il n'oserait émettre aucune opinion relative à l'époque de l'introduction du cheval en Syrie; mais il pense que le passage de la Bible cité par son savant confrère M. Faye ne saurait être appliqué aux produits hybrides du cheval et de l'âne; par conséquent ce passage ne lui paraît jeter aucune lumière sur la question zoologique soulevée par M. Lenormant. »

« **M. Roulin**, à l'occasion du second exemple cité par M. Milne Edwards, en preuve du peu de fixité de la nomenclature zoologique chez les anciens, fait remarquer que l'exemple ne pouvait être mieux choisi, puisque le *Daman* est peut-être l'animal dont la synonymie a le plus embarrassé les traducteurs anciens et modernes de la Bible, et pour lequel on a proposé le plus grand nombre de noms comme correspondant à l'hébreu *Saphan*.

» Dans la version des Septante même, il n'est pas rendu partout de la même manière; ainsi, dans le Deutéronome, comme l'a remarqué le savant Bochart, il est traduit par χοιρογρύλλιος, et dans le Lévitique par δασύ-

πους, lièvre (c'est ce dernier mot seul qu'admet saint Jérôme pour l'un et l'autre passage); dans les Proverbes et ailleurs, il prend un nom qui peut s'appliquer aussi bien au levraut qu'au lapin, l'incertitude tenant à ce que le dernier animal, le *Cuniculus* des Latins, n'avait pas encore chez les Grecs, qui ne le connurent que plus tard, un nom qui lui appartînt en propre. A une époque postérieure, on en fit un hérisson, et c'est l'opinion à laquelle s'arrêta C. Gesner, qui crut retrouver chez cet insectivore les principaux traits de mœurs attribués au saphan. L'orientaliste Bochart, poussant plus loin ses recherches, permit d'ajouter trois noms à la liste : ceux de la marmotte, du gerboa et du fennec (*Canis fennecus*, Less.).

» Remarquons, avant d'aller plus loin, que tous ces noms attribués au saphan appartenaient déjà à des animaux bien connus, sauf celui de χοιρογρύλλιος, qui était tout nouveau pour les naturalistes grecs, et qui avait été probablement forgé par les Septante pour un animal qu'ils savaient être étranger à l'Europe. Comme évidemment c'est un mot composé résultant de la réunion de deux mots grecs, tout porte à croire qu'on l'a voulu faire tel qu'il donnât déjà quelque idée de l'animal, qu'il fît allusion soit à un trait de ses mœurs, soit à une particularité de son organisation : c'est dans la dernière direction que j'ai cherché il y a déjà bien des années, et que je crois avoir trouvé. L'Académie en jugera.

» Le mot γρύλλος (car je ne doute point qu'il faille lire ainsi, quoique dans le nom complet il paraisse habituellement sous la forme γρύλλιος, et plus rarement sous celle de γρύλιος), le mot γρύλλος, dis-je, est souvent employé pour désigner le cochon, à cause du grognement que fait entendre ce Pachyderme lorsqu'il cherche sa nourriture, et il s'applique aussi au poisson que, pour la même raison, nous appelons en français *grondin* (1). Le daman grognant lui-même, il n'y a rien d'extraordinaire à le voir, malgré sa taille bien moindre, assimilé au cochon. Ne voyons-nous pas qu'il en a été de même pour un Rongeur beaucoup plus petit encore, pour celui qu'on nomme vulgairement *cochon d'Inde?*

» Pour celui-ci, le qualificatif, qui, suivant l'usage français, est placé après le substantif, nous fait connaître la patrie de l'animal, originaire en effet des Indes occidentales, c'est-à-dire de l'Amérique. En grec, où c'est l'usage inverse, ce qualificatif doit être cherché dans le premier des deux composants. Le mot χοῖρος se présente tout d'abord à l'esprit, qui cependant est aussitôt arrêté par une difficulté en apparence insurmontable.

(1) Dérivé de γρύλλω, ou plutôt de la forme fréquentative γρυλλίζω, grogner.

Le mot χοῖρος, en effet, est le nom le plus usuel pour le cochon, et l'on ne voit pas pourquoi on l'aurait fait intervenir ici, ajoutant au nom sans aucune nécessité, puisqu'ainsi on n'ajoutait rien à l'idée. Le mot paraît donc altéré, et il restait à trouver celui qu'on devait y substituer. Je l'ai cherché en vain jusqu'au moment où j'ai eu sous les yeux une bonne figure du daman accompagnée des détails nécessaires pour le faire bien connaître.

» Le daman, d'abord classé parmi les Rongeurs, et dans lequel notre illustre Cuvier a le premier reconnu un véritable Pachyderme, a, comme un autre Pachyderme dont je me suis jadis occupé, le tapir, trois doigts aux pieds de derrière et quatre à ceux de devant. Ces derniers, allongés et charnus jusqu'au bout, sont seulement protégés en dessus par un ongle plat, à peu près comme les doigts humains. Ils représentent dans leur ensemble une main, moins le pouce. On a donc bien choisi le trait caractéristique en nommant l'animal cochon-à-main, χειρογρύλλος. La restitution du nom me semble d'autant plus admissible qu'elle n'a exigé que le changement d'une seule lettre; j'ajouterai même qu'une certaine forme de l'*epsilon* est très-aisée à confondre avec l'*omicron*, surtout quand l'une ou l'autre de ces lettres se trouve, comme c'est ici le cas, dans un mot que les copistes ont rarement l'occasion de rencontrer. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. le Ministre de l'Instruction publique transmet à l'Académie, de la part de M. le Ministre des Affaires étrangères, un Rapport fait à l'Académie des Sciences de Lima et un Mémoire du Directeur de l'observatoire de Santiago, sur la théorie des tremblements de terre.

(Commissaires : MM. Boussingault, Gay, Roulin.)

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur l'accélération séculaire du mouvement de la Lune.* Deuxième Mémoire de **M. V. Puiseux**, présenté par M. Delaunay.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Liouville, Delaunay, Serret.)

« J'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie en 1867 (*Comptes rendus*, t. LXIV, p. 118) la première Partie d'un Mémoire relatif à l'accélération séculaire du mouvement de la Lune; je viens aujourd'hui compléter cette Communication.

» On admet, dans la théorie de la Lune, que le déplacement du plan de l'écliptique est sans influence sur l'accélération du mouvement de cet astre. Je me suis proposé d'examiner si cette proposition subsiste encore, lors-

qu'on pousse l'approximation plus loin qu'on ne l'a fait dans les démonstrations qui en ont été données.

» Dans la première Partie de ce travail, j'ai montré que si l'on réduit la fonction perturbatrice à sa partie constante et aux termes dont les arguments sont des multiples de la distance angulaire des nœuds des orbites de la Lune et du Soleil, on ne trouve, dans la longitude de notre satellite, aucun terme séculaire sensible dépendant du déplacement du plan de l'orbite du Soleil. Il restait à voir si la partie négligée d'abord de la fonction perturbatrice n'amène pas de termes de ce genre.

» Nommons n et n' les vitesses angulaires moyennes de la Lune et du Soleil, a et a' les demi-grands axes de leurs orbites, e et e' les excentricités de ces orbites, γ et γ' les sinus des demi-inclinaisons sur un plan fixe. La fonction perturbatrice R étant supposée développée d'abord suivant les puissances de γ', j'ai négligé les portions en γ'^3, γ'^4,..., qui m'auraient donné des quantités d'un ordre plus élevé que celles que je cherchais; mais dans les portions conservées, j'ai gardé toutes les parties dont le degré relativement aux petites quantités $\frac{n'}{n} = \alpha$, $\sqrt{\frac{a}{a'}}$, e, e', γ était inférieur à 7. Le développement ainsi limité se compose de quatre cent huit termes d'arguments différents : trois d'entre eux forment la portion R_1 de R qu'on a considérée dans la première Partie de ce Mémoire; les quatre cent cinq autres constituent une nouvelle fonction perturbatrice R_2 dont il faut maintenant tenir compte par la méthode des approximations successives.

» La première de ces approximations ne fournit dans la longitude moyenne de la Lune aucune partie séculaire sensible dépendante de γ', c'est-à-dire de l'inclinaison de l'écliptique. Mais la seconde approximation donne un grand nombre de parties de ce genre : chacune d'elles résulte de la combinaison d'un des quatre cent cinq termes de la fonction R_2 avec un des quatre cent huit termes de la fonction R, et l'on reconnaît aisément que le nombre des combinaisons à considérer est de sept cent soixante-trois.

» En calculant les parties non périodiques de la longitude moyenne correspondantes à ces diverses combinaisons, on trouve qu'elles se présentent sous quatre formes différentes. Soient ϖ' et θ' les longitudes du périgée du Soleil et du nœud de son orbite; soient $At + A_1 t^2 + \ldots$, $Bt + B_1 t^2 + \ldots$ les développements de $\gamma' \sin\theta'$ et de $\gamma' \cos\theta'$ suivant les puissances du temps; enfin posons, pour abréger,

$$A'_1 = \frac{1}{2}(B^2 - A^2)\cos 2\varpi' + AB\sin 2\varpi', \quad B'_1 = \frac{1}{2}(B^2 - A^2)\sin 2\varpi' - AB\cos 2\varpi'.$$

» Les parties non périodiques de la longitude moyenne, fournies par les calculs indiqués ci-dessus, seront de l'une des formes suivantes :

$$(C + D\alpha) n'^2 \alpha^2 e'^2 B'_1 t^4,$$

$$(C + D\alpha + E\alpha^2 + F\gamma_0^2 + Ge^2 + He'^2 + I\alpha^3 + J\alpha\gamma_0^2 + K\alpha e^2 + L\alpha e'^2) n'\alpha (A^2 + B^2) t^3,$$

$$(C + D\alpha) n'\alpha e'^2 A'_1 t^3,$$

$$(C + D\alpha) e'^2 B'_1 t^2.$$

Dans ces expressions, γ_0 est la partie constante de γ; les lettres C, D, E, F, G, H, I, J, K, L désignent des coefficients numériques; dans chaque parenthèse, les quantités négligées sont d'un degré plus élevé en α, γ_0, e, e', $\sqrt{\frac{a}{a'}}$ que les termes conservés.

» Lorsqu'on fait la réduction de ces diverses parties, on trouve :

» 1° Que les termes en t^4 se détruisent;

» 2° Que la somme des termes en $(A^2 + B^2) t^3$ est

$$\left(\frac{7067}{1536}\alpha^2 - \frac{2547}{4096}\alpha^3\right) n'\alpha (A^2 + B^2) t^3;$$

» 3° Que les termes en $A'_1 t^3$ se détrnisent;

» 4° Que la somme des termes en $B'_1 t^2$ est $-\frac{9}{8}\alpha e'^2 B'_1 t^2$.

» Il suit de là que le déplacement de l'écliptique introduit dans la longitude moyenne de la Lune la partie non périodique

$$0'',00328 t^3 + 0'',000\,000\,019 t^2,$$

t désignant le temps compté du 1[er] janvier 1850 et exprimé en siècles d'années juliennes.

» Le terme en t^2 peut être regardé comme absolument négligeable. Quant au terme en t^3, si on l'ajoute au terme ct^2 qui résulte de la diminution de l'excentricité de l'orbite terrestre et qu'on écrive la somme $(c + 0'',00328 t) t^2$, on voit qu'il a pour effet d'altérer le coefficient de l'équation séculaire aux époques éloignées de la nôtre; mais le changement qu'il y apporte est très-petit, et si, par exemple, on considère une époque antérieure de vingt-cinq siècles à 1850, on voit que le coefficient c est diminué d'un peu moins d'un dixième de seconde.

» Les anciennes éclipses paraissent exiger, au contraire, que ce coeffi-

cient soit augmenté d'au moins 4 secondes. Ce n'est donc pas dans l'influence du déplacement du plan de l'écliptique qu'on doit chercher l'explication du désaccord qui semble exister sur ce point entre la théorie et les observations. »

M. Ad. Swizcicki adresse une Lettre relative à un Mémoire précédemment envoyé par lui pour le concours du legs Bréant.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. Ch. de Birague adresse une Note relative à une solution du mouvement perpétuel. On fera savoir à l'auteur que, conformément à une décision déjà ancienne, les Communications sur ce sujet sont considérées comme non avenues.

La Note présentée par *M. Reboux* dans la séance précédente, sur des « reherches archéopaléontologiques », est renvoyée à l'examen de la Section de Minéralogie et Géologie.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance : 1° une brochure de *M. Leymerie*, portant pour titre « Mémoire pour servir à la connaissance de la division inférieure du terrain crétacé pyrénéen »; 2° un volume de *M. G.-H. Cook*, sur la géologie de l'État de New-Jersey.

Ce dernier ouvrage, imprimé en anglais, sera soumis à l'examen de M. Daubrée, pour en faire, s'il y a lieu, l'objet d'un Rapport verbal à l'Académie.

M. Gaussin prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place vacante au Bureau des Longitudes, par suite du décès de *M. Darondeau*.

ASTRONOMIE. — *Nouvelle méthode pour déterminer la parallaxe de Vénus sans attendre les passages de 1874 ou 1882*. Note de **M. Ed. Dubois**, présentée par M. Faye.

« La détermination de la parallaxe solaire ou de la parallaxe de Vénus,

par le passage de cette planète sur le disque du Soleil, se réduit, en dernière analyse, à la comparaison du temps employé par la planète, dans deux lieux différents, à traverser le disque solaire. La différence de ces deux intervalles permet d'obtenir la différence des parallaxes de la planète et du Soleil.

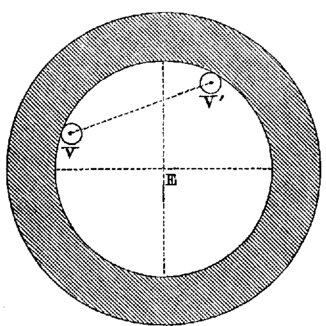
» Si la parallaxe solaire était négligeable, l'équation à laquelle on arrive donnerait immédiatement la parallaxe de la planète.

» Imaginons un soleil, situé à une distance infiniment grande et présentant néanmoins un diamètre apparent à peu près égal à celui du Soleil réel; supposons, de plus, ce soleil immobile comme une étoile fixe.

» La méthode employée pour le passage de Vénus pourrait s'appliquer à ce soleil imaginaire, si l'on pouvait en apercevoir la trace, et les équations en usage permettraient d'obtenir la parallaxe de Vénus, en y introduisant des modifications consistant à supprimer les coefficients de la parallaxe de latitude et de longitude relatifs à ce soleil idéal, et à réduire à zéro son mouvement horaire en longitude.

» Or, on peut, je crois, réaliser, pour ainsi dire, ce soleil imaginaire. Il suffit, en effet, de placer au foyer de la lunette d'un équatorial monté parallactiquement un disque noir, percé d'une ouverture circulaire d'un diamètre angulaire 2D à peu près égal à celui du Soleil, et portant deux fils diamétraux perpendiculaires.

» Dirigeons cette lunette vers une étoile zodiacale E, de première ou de seconde grandeur, près de laquelle doit passer la planète, et disposons l'instrument de manière que le point de croisement des fils soit exactement sur l'étoile E.



» Maintenons la lunette rigoureusement dans cette position (1). La

(1) Il n'y aura besoin de maintenir la lunette dans cette position que pendant la durée de l'immersion ou de l'émersion.

portion du ciel que nous laisse voir l'ouverture circulaire du réticule peut nous faire l'effet d'un disque idéal, situé à l'infini, et dont le centre coïnciderait avec l'étoile E. Il nous suffira maintenant de déterminer les instants où la planète, en raison de son mouvement en longitude (dû à son mouvement propre et au mouvement de la Terre), sera tangent en v et en v' au disque lumineux, pour avoir un des intervalles I entrant dans l'équation que nous donnons plus loin.

» Si un second observateur, muni d'une lunette identiquement semblable à la nôtre (quant au disque du réticule), fait, dans un lieu très-éloigné, la même observation du passage de la planète, le point de croisement des fils du réticule de sa lunette étant aussi exactement dirigé vers la même étoile E, on aura le second intervalle I' dont on a besoin.

» On calculera préalablement les instants T_1 et T_2 des deux contacts intérieurs, pour un observateur muni de la même lunette qui pointerait sur la même étoile et qui serait placé au centre de la Terre. Pour cela on déterminera l'époque θ de la conjonction écliptique de la planète avec l'étoile considérée, c'est-à-dire l'instant où les deux astres auront la même longitude; ayant déterminé, pour cet instant, le mouvement horaire en latitude n de la planète, et son mouvement horaire en longitude m, on aura les époques T_1 et T_2 à l'aide des formules

$$\text{(1)} \qquad \tan g\alpha = \frac{n}{m},$$

$$\text{(2)} \qquad T_1 = \theta - \frac{L'\sin^2\alpha + \sin\alpha\sqrt{(D+d)^2 - L'^2\cos^2\alpha}}{n},$$

$$\text{(3)} \qquad T_2 = \theta + \frac{L'\sin^2\alpha - \sin\alpha\sqrt{(D+d)^2 - L'\cos^2\alpha}}{n}.$$

» Dans ces formules :

m est le mouvement horaire en longitude de Vénus,
n est le mouvement horaire en latitude de Vénus,
L' sa latitude au moment de la conjonction écliptique,
D le demi-diamètre angulaire du disque de la Lunette,
d le demi-diamètre de la planète.

» Pour ces instants T_1 et T_2, on calculera

λ'_1, λ'_2 les longitudes de Vénus,
l'_1, l'_2 les latitudes de Vénus,
$\mathfrak{L}$ la longitude de l'étoile,
L la latitude de l'étoile,

et l'on aura

$$A_1 = \frac{(\lambda'_1 - \mathfrak{L})}{(\lambda'_1 - \mathfrak{L})m + (l'_1 - \mathrm{L})n}, \quad A_2 = \frac{(\lambda'_2 - \mathfrak{L})}{(\lambda'_2 - \mathfrak{L})m + (l'_2 - \mathrm{L})n},$$

$$B_1 = \frac{(l'_1 - \mathrm{L})}{(\lambda'_1 - \mathfrak{L})m + (l'_1 - \mathrm{L})n}, \quad B_2 = \frac{(l'_2 - \mathfrak{L})}{(\lambda'_2 - \mathfrak{L})m + (l'_2 - \mathrm{L})n},$$

et la parallaxe P de la planète par la formule

$$\mathrm{P} = \frac{\mathrm{I} - \mathrm{I}'}{A_2(a'' - a''_1) + B_2(b'' - b''_1) - A_1(a' - a'_1) - B_2(b' - b'_1)},$$

dans laquelle (en désignant par ν et ν' les distances zénithales du nonagésime et par ε et ε' ses longitudes pour le premier lieu, et en marquant d'un indice 1 le second), on a

$$\begin{aligned} a' &= \cos\nu \sin(\mathfrak{L} - \varepsilon), & a'_1 &= \cos\nu_1 \sin(\mathfrak{L} - \varepsilon_1), \\ b' &= \sin\nu, & b'_1 &= \sin\nu_1, \\ a'' &= \cos\nu' \sin(\mathfrak{L} - \varepsilon'), & a''_1 &= \cos\nu'_1 \sin(\mathfrak{L} - \varepsilon'_1), \\ b'' &= \sin\nu', & b''_1 &= \sin\nu'_1. \end{aligned}$$

» Cette détermination de la parallaxe de Vénus devra se faire quand Vénus est près de ses digressions et que son mouvement en longitude est le plus rapide. A cause des phases de Vénus, on devra sans doute prendre le moment où le contact aura lieu intérieurement, et ensuite celui où il aura lieu extérieurement. Le temps que Vénus mettra à traverser le disque imaginaire sera un peu plus long que le temps que cette planète met à traverser le disque du Soleil. Comme on pourra répéter tous les ans de semblables observations, on pourra avoir un grand nombre de déterminations de la parallaxe de Vénus et en conclure une valeur très-exacte de cette parallaxe.

» La même méthode peut être appliquée à la détermination de la parallaxe de Mars, en remarquant que, eu égard à la lenteur du mouvement en longitude de Mars, l'immersion aura lieu un jour, et l'émersion le lendemain

» En prenant un disque d'un diamètre plus grand que celui du disque solaire, on pourrait aussi appliquer cette méthode à la détermination de la parallaxe lunaire, quand la Lune est en opposition. »

PHYSIQUE. — *Observations sur la Communication de* M. Soret, *relative à l'illumination des corps transparents.* Note de **M. A. Lallemand**, présentée par M. Faye.

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* du 6 décembre, M. Soret a conclu, de ses expériences sur l'eau distillée, que l'illumination des liquides par un rayon polarisé pourrait être attribuée à la réflexion des particules étrangères que tous les liquides tiennent inévitablement en suspension, et en même temps, sans formuler aucune objection, il met en doute l'explication que j'ai donnée du phénomène pour justifier plus complétement mes conclusions. L'Académie me permettra d'entrer dans quelques nouveaux détails.

» L'expérience fondamentale sur laquelle je m'appuie consiste à illuminer par un faisceau cylindrique, polarisé horizontalement, une sphère transparente dont la fluorescence soit presque nulle. On constate alors que, suivant un rayon quelconque de la sphère, il y a illumination, et que la lumière émise, variable d'intensité, est toujours complétement polarisée dans un plan normal à l'azimut qui contient le rayon émergent, c'est-à-dire que le plan de polarisation est essentiellement variable, et non pas invariable comme le suppose M. Soret, en me citant inexactement. Il n'y a d'exception que pour le rayon vertical, suivant lequel on ne distingue aucune illumination appréciable, sauf un peu de lumière fluorescente neutre à l'analyseur. Or, en admettant l'hypothèse de Fresnel et la propagation directe du mouvement vibratoire dans l'éther condensé du milieu réfringent, on démontre aisément que l'intensité de la lumière émise suivant un rayon faisant un angle α avec sa projection horizontale, et contenu dans un azimut incliné d'un angle ω sur le plan normal au filet lumineux, s'exprime par la formule

$$\frac{k\cos^2\alpha}{\sqrt{1-\cos^2\alpha\cos^2\omega}},$$

dans laquelle k représente un coefficient variable avec le corps soumis à l'expérience. Au lieu de viser dans une direction inclinée à l'horizon, on peut maintenir le rayon visuel horizontal et tourner le polariseur d'un angle variable α; dans ce cas, l'intensité de la lumière émise se représente par la formule

$$\frac{k(1-\cos^2\omega\sin^2\alpha)}{\cos\omega}.$$

» Sans entrer dans des détails d'expérimentation qui ne sauraient trouver

place dans cette Note, je me borne à constater que de nombreux essais photométriques, exécutés dans les conditions les plus variées, ont vérifié ces formules avec toute la précision que comporte la méthode d'Arago, employée déjà avec tant de succès et au moyen d'appareils divers par MM. Jamin et Edmond Becquerel. Si l'illumination latérale était le résultat d'une réflexion sur des particules très-ténues, on serait conduit à cette conséquence singulière, que l'intensité du rayon réfléchi serait normale sous toutes les incidences, depuis l'incidence normale jusqu'à l'incidence rasante.

» J'ai fait remarquer d'ailleurs, dans ma première Note, la difficulté qu'on éprouve à purifier les liquides, et c'est là ce qui rend très-délicate l'expérience avec l'eau, dont le coefficient d'illumination est très-faible. Il existe pourtant des liquides très-mobiles, qu'on peut obtenir presque entièrement dépouillés de corpuscules étrangers. Je signalerai en particulier à M. Soret l'essence de pétrole, qui, convenablement purifiée par l'acide sulfurique, donne à la distillation fractionnée tous les hydrocarbures saturés, depuis l'hydrure d'amyle jusqu'à l'hydrure de décyle. Tous ces hydrures, préparés dans les mêmes conditions, s'illuminent avec d'autant plus d'intensité que leur densité est plus grande et leur indice de réfraction plus élevé : ce qui montre bien l'influence de la densité de l'éther sur le coefficient d'illumination. Si l'on admet, avec Fresnel, que cette densité est proportionnelle au carré de l'indice de réfraction, le sulfure de carbone est au nombre des liquides qu'on peut obtenir, par la distillation et le repos, dans un état de pureté parfaite. Il s'illumine aussi avec une grande énergie dans le plan de polarisation ; mais la lumière fluorescente qu'on observe dans une direction perpendiculaire a elle-même une grande intensité, et représente les 0,6 de l'illumination totale. En le saturant de phosphore, on obtient une solution qui, décantée dans une atmosphère d'acide carbonique, est parfaitement limpide, d'une très-grande réfrangibilité, et dont l'illumination latérale est bien supérieure à celle du sulfure de carbone, tandis que la fluorescence n'a pas augmenté, ce qui prouve encore l'influence de la réfrangibilité sur le coefficient d'illumination.

» D'un autre côté, comment est-il possible d'invoquer la réflexion particulaire, quand on opère avec des corps solides parfaitement homogènes, tels que le crown et le flint employés par les opticiens. J'ai soumis à l'expérience des prismes de crown à base de potasse, d'origines diverses. L'un d'eux, de fabrication ancienne, s'illuminait faiblement, et sa fluorescence était à peine sensible; bien que légèrement strié, il se comportait comme de l'alcool rectifié. Tandis que des prismes et des cylindres de crown d'une densité un peu plus forte, d'une transparence et d'une pureté parfaites, que

M. Duboscq a bien voulu préparer pour l'objet spécial de mes recherches, s'illuminent avec beaucoup plus d'intensité, en même temps que leur fluorescence est très-énergique. Lorsque le faisceau lumineux est réfléchi par un miroir métallique, polarisé par un prisme de Foucault (et non pas avec un Nicol dont les deux moitiés sont réunies à l'aide d'un baume fluorescent et doué de pouvoir rotatoire), et qu'il est rendu convergent avec une lentille de quartz taillé parallèlement à l'axe optique, les premières couches du prisme se colorent en bleu intense, comme le ferait une solution de sulfate de quinine ou d'esculine; le flint est quelquefois aussi fluorescent que le crown, mais son illumination dans le plan de polarisation est toujours bien plus intense, et croît avec sa densité et sa réfrangibilité. Que M. Soret mette en œuvre un de ces prismes de flint lourd, dont on fait usage dans les expériences diamagnétiques, et il constatera que dans le plan de polarisation l'éclat est d'une vivacité extrême, tandis que dans la direction normale à ce plan on n'observe qu'une lumière neutre, très-faible d'intensité, d'un rouge brique, qui, par l'interposition d'une lame de quartz normale à l'axe, prend aussitôt avec éclat la nuance que donne l'image éteinte de l'analyseur bi-réfringent placé sur le prolongement du faisceau. C'est là surtout la confirmation la plus complète des épreuves photométriques que j'ai rapportées plus haut.

» Je n'insiste pas davantage sur un sujet que j'aurai occasion de traiter plus longuement dans un Mémoire spécial, et je maintiens dans toute leur rigueur les conséquences théoriques que j'ai déduites de mes expériences : en ce qui concerne d'ailleurs la direction du mouvement vibratoire de l'éther dans un rayon polarisé, elles ne font que confirmer, aussi directement que possible, les conclusions auxquelles on était déjà conduit par les expériences photométriques de M. Jamin, qui vérifient avec tant de précision les formules de Cauchy sur l'intensité de la lumière réfléchie et réfractée. »

PHYSIQUE. — *Sur la formation et la durée des courants induits.* Note de M. P. **Blaserna**, présentée par M. Regnault.

« Si l'on fait tourner rapidement, avec une vitesse croissante de 4 à 25 tours par seconde, un interrupteur cylindrique, sur lequel appuient deux ressorts métalliques, on peut fermer et interrompre un courant primaire dans des intervalles de temps parfaitement définis. En ajoutant, sur le même axe, un second interrupteur, on peut faire de même pour un courant induit, produit dans une spirale ou une bobine par la fermeture ou l'interruption du courant primaire. L'expérience prouve que, en introdui-

sant dans le circuit secondaire un galvanomètre, ses déviations sont constantes autant que la vitesse de rotation de l'interrupteur reste invariable, et qu'on peut faire fonctionner les contacts métalliques des ressorts avec une régularité satisfaisante, mais que la déviation change aussitôt que l'interrupteur change de vitesse.

» La déviation dépend de deux facteurs : du nombre des courants induits qui passent par le galvanomètre, et de l'énergie de chacun d'eux. Si l'on divise l'intensité correspondante à la déviation observée par le nombre des tours par seconde de l'interrupteur, le quotient représente l'effet produit en raison d'un tour par seconde, et est proportionnel à l'effet d'un seul courant. Cet effet est représenté par l'aire d'une courbe dans laquelle les temps sont les abscisses et les intensités sont les ordonnées.

» En faisant donc varier la vitesse de l'interrupteur, dont on détermine le nombre des tours par un moyen acoustique, et en observant chaque fois le galvanomètre, on trouve les temps pendant lesquels dure l'action du courant induit et les aires correspondantes. Cela suffit pour calculer les ordonnées et pour tracer la courbe du courant induit, inverse et direct, pourvu que l'on connaisse une valeur initiale ou finale, qui est ici toujours égale à zéro.

» J'ai fait construire sur ce principe, par M. Deleuil, un instrument, l'*interrupteur différentiel*, qui m'a permis d'apprécier les temps jusqu'à $\frac{1}{100000}$ de seconde et même moins, et à l'aide duquel j'ai étudié la formation des courants induits. Le courant induit était produit par l'action d'une spirale primaire sur une spirale secondaire : c'étaient des spirales de 70 millimètres de diamètre, composées de 15 tours de fil, qu'on pouvait placer à différentes distances l'une de l'autre, et entre lesquelles on pouvait interposer des disques d'une substance peu conductrice. De ces expériences, qui seront publiées *in extenso* dans le *Giornale di Scienze naturali e economiche*, de Palerme, on peut tirer les conséquences suivantes :

» 1. Le courant induit inverse se forme avec un certain retard après la clôture du courant primaire : ce retard dépend de la distance des spirales et de la nature du corps mauvais conducteur interposé.

» Ainsi on trouve que le commencement du courant est :

à 0,000 167	de seconde	pour la distance des spirales...	1c;
à 0,000 208	»	»	... 2,3;
à 0,000 290	»	»	... 4;
à 0,000 380	»	»	... 2,3 avec gomme laque;
à 0,000 373	»	»	... 2,3 avec verre;
à 0,000 402	»	»	... 2,3 avec soufre.

» Les disques de gomme laque avaient une épaisseur de $1^c,2$ à $1^c,3$. L'induction emploie donc un temps appréciable pour se produire entre les deux spirales. En défalquant le premier nombre de tous les autres, on trouve que la vitesse de cet effet est :

Pour l'air, en raison de	270	mètres par seconde;
Pour le verre........	61	»
Pour la gomme laque..	57	»
Pour le soufre.......	52	»

» Dans quelques expériences préliminaires, insérées dans les *Comptes rendus*, t. LXV, je n'avais pas remarqué et je ne pouvais pas remarquer ce retard, parce que j'avais employé une bobine où le fil inducteur et le fil induit se touchaient presque, et le retard était par conséquent inappréciable.

» 2. Le courant inverse, une fois formé, croît d'abord lentement, puis rapidement, arrive à un maximum dont la position dépend aussi de la distance et de la forme des spirales et du corps interposé; puis il diminue et se prolonge notablement, en allant indéfiniment vers zéro. C'est ce que montrent les valeurs suivantes des intensités, que je prends sur les courbes construites :

Temps en secondes.	Distance des spirales en centimètres.		
	1.	2,3.	2,3 avec gomme laque.
0,000 20	0,01	0,00	0,00
0,000 30	1,00	0,70	0,00
0,000 40	12,40	3,22	0,35
0,000 45	17,47	4,92	1,63
0,000 50	14,80	6,60	3,05
0,000 55	8,60	6,68	4,61
0,000 60	6,12	5,65	5,58
0,000 70	3,60	3,68	6,00
0,000 80	2,28	2,44	4,25
0,001 00	1,11	1,30	2,10
0,001 50	0,23	0,42	0,68

» 3. La courbe du courant inverse se prolonge notablement et s'approche en asymptote de l'axe des abscisses. A $1\frac{1}{2}$ millième de seconde, elle a encore des valeurs assez fortes, et il est probable que la durée totale est de $\frac{1}{100}$ de seconde. Mais il est difficile d'en saisir la fin, laquelle dépend, du reste, de la forme et des dimensions des spirales.

» 4. Le courant induit direct montre exactement les mêmes phénomènes. Il se forme aussi avec un certain retard, qui dépend aussi de la dis-

tance des spirales et du corps interposé. Il arrive à un maximum, et se prolonge aussi en asymptote; mais tous les temps sont beaucoup plus courts, presque la moitié de ceux du courant inverse, et l'intensité du maximum est, toutes choses égales d'ailleurs, plus que double.

» Les retards trouvés sont :

Pour l'air, en raison de 550 mètres par seconde.
Pour la gomme laque, 330 »

» Si l'on modifie la théorie de l'induction de MM. Weber et Felici en tenant compte de la vitesse, assez petite, avec laquelle l'induction se fait à distance, on arrive à des résultats qui sont sensiblement d'accord avec les faits observés. On trouve, par exemple, pour l'action d'un cercle du rayon r sur un cercle du rayon r', situé à la distance q, et les centres étant sur la même perpendiculaire, en posant

$$(r+r')^2+q^2=\Delta^2$$
$$(r-r')^2+q^2=\delta^2,$$

finalement

$$i=k\frac{dI}{dt}\frac{1}{vt^2}\sqrt{\Delta^2-v^2t^2}\sqrt{v^2t^2-\delta^2};$$

expression dans laquelle k est une constante, $\frac{dI}{dt}$ la variation du courant primaire, et v la *vitesse inductrice*. Cette formule donne une courbe qui commence à

$$t=\frac{\delta}{v},$$

arrive au maximum à

$$t=\frac{\Delta\delta}{v}\sqrt{\frac{2}{\Delta^2+\delta^2}},$$

i ayant la valeur

$$i=\frac{1}{2}k\frac{dI}{dt}\frac{\Delta^2-\delta^2}{\Delta\delta},$$

et finit à

$$t=\frac{\Delta}{v}.$$

» La ressemblance avec les courbes observées devient majeure, si l'on calcule l'action de quinze spires sur quinze, ce qui était le cas de mes expériences. Mais une concordance parfaite ne pourrait se produire qu'en tenant compte de tous les facteurs qui entrent dans le phénomène. Le courant induit développe dans son propre fil un extra-courant, et réagit, pour le courant in-

verse, sur le courant primaire, pour lequel $\frac{dI}{dt}$ est une fonction très-complexe. C'est pour cela que j'ai cru nécessaire d'étudier expérimentalement la formation des extracourants, et j'aurai prochainement l'honneur de communiquer à l'Académie le résultat de ces recherches.

» Si l'on pense à la vitesse énorme avec laquelle l'électricité se propage dans les bons conducteurs, on est porté à attribuer les phénomènes électriques aux mouvements de l'éther. Mais, dans le vide, l'électricité ne se décharge pas : l'éther pur et simple ne peut donc vibrer électriquement. Afin qu'une vibration de l'éther puisse avoir le caractère électrique, la présence des molécules est nécessaire. Elles ne prennent qu'une part secondaire aux vibrations dans les bons conducteurs; mais dans les mauvais conducteurs elles y ont une part directe, et déterminent la vitesse de propagation. C'est le cas de l'induction dans l'air, pour laquelle on trouve une vitesse du même ordre que celle du son, et que celle qu'on peut calculer, d'après la théorie mécanique de la chaleur, pour le mouvement progressif des molécules. »

PHYSIQUE. — *Sur les forces électromotrices que le platine développe lorsqu'il est mis en contact avec divers liquides.* Note de **M. J.-M. Gaugain**, présentée par M. Edm. Becquerel.

« Lorsque deux électrodes de platine *non platinées* ont séjourné pendant un certain temps dans une liqueur acide, dans de l'acide sulfurique étendu par exemple, elles ne donnent pas en général de courant sensible; mais si on lave l'une des deux électrodes avec de l'eau distillée, qu'on l'essuie avec du papier joseph et qu'on la plonge de nouveau dans la liqueur acidulée, on trouve qu'elle est très-nettement négative par rapport à l'électrode qui est restée dans cette liqueur. La force électromotrice du couple décroît rapidement, mais il faut ordinairement plus d'une heure pour qu'elle redevienne tout à fait nulle. La valeur de cette force est très-notable au moment où l'on immerge la lame essuyée, elle dépasse souvent 25 unités $\frac{\text{Bi} - \text{Cu}}{0 - 100}$ (le huitième environ de la force électromotrice du couple de Daniell).

» Si dans l'expérience précédente on remplace l'eau acidulée par une dissolution de potasse, l'électrode qui est plongée dans cette dissolution, après avoir été lavée dans l'eau distillée et essuyée avec du papier joseph,

est très-nettement positive par rapport à l'autre électrode qui n'a pas quitté la liqueur alcaline.

» Dans le cas de l'eau acidulée, il est nécessaire, pour obtenir le résultat indiqué, d'employer des électrodes *non platinées;* dans le cas de la dissolution de potasse, au contraire, on peut se servir d'électrodes platinées ou non, et même la valeur de la force électromotrice que l'on obtient au moment de l'immersion de l'électrode qui a été lavée et essuyée est beaucoup plus grande avec des électrodes platinées qu'avec des électrodes qui ne le sont pas : j'ai trouvé qu'avec les premières cette force dépassait souvent 30 unités, tandis qu'avec les secondes elle n'était guère supérieure à 10.

» Les faits que je viens d'exposer peuvent se résumer en disant : 1° que le platine *non platiné* qui séjourne dans une liqueur acide s'y modifie graduellement de manière à devenir au bout d'un certain temps plus positif qu'il ne l'était au moment de son immersion; 2° que le platine *platiné* ou *non platiné* qui séjourne dans une liqueur alcaline s'y modifie graduellement de manière à devenir plus négatif. Les modifications dont il s'agit ici ne peuvent consister, à ce qu'il me semble, que dans une sorte de combinaison superficielle, ou, si l'on veut, dans une *adhérence* qui s'établit entre le platine et la substance acide ou alcaline. Je crois donc que la force électromotrice mise en jeu n'est pas autre chose que la force moléculaire qui produit les phénomènes capillaires. Dans tous les cas, l'existence de cette force électromotrice me paraît un fait important à constater, parce qu'il devient alors nécessaire d'en tenir compte dans l'interprétation des expériences où l'on fait usage d'électrodes en platine.

» J'ai établi plus haut une distinction entre les électrodes *platinées* et celles qui ne le sont pas; je vais faire connaître les faits qui rendent cette distinction indispensable. On admet généralement que le platinage a pour unique effet de faciliter le dégagement des gaz qui viennent se développer à la surface des élecrodes; cette supposition n'est pas exacte : si l'on plonge dans le même liquide deux électrodes de platine, l'une platinée, l'autre non platinée, ces deux électrodes constituent un couple dont l'élément positif est toujours l'électrode platinée. La force électromotrice de ce couple varie avec la nature du liquide employé; elle varie aussi en raison du temps plus ou moins long pendant lequel ce couple a séjourné dans le liquide; mais dans certains cas elle peut acquérir une valeur très-notable; ainsi quand on opére sur l'acide sulfurique étendu, la force électromotrice du couple (Pt non platiné Pt platiné), mesurée au moment de l'immersion du couple dans

la liqueur, dépasse généralement 50 unités $\left(\frac{Bi - Cu}{0^\circ - 100^\circ}\right)$; elle est plus grande par conséquent que le quart de la force électromotrice d'un couple de Daniell; elle diminue graduellement lorsque le couple reste plongé dans l'eau acidulée, mais elle conserve indéfiniment une valeur voisine de 20, quand le circuit du couple reste ouvert, et que, par conséquent, les électrodes ne subissent aucune polarisation. La diminution graduelle que la force électromotrice éprouve dans ces conditions tient à deux causes différentes : d'une part le platine non platiné qui séjourne dans l'eau acidulée devient avec le temps plus positif qu'il ne l'était au moment de son immersion, comme je l'ai dit plus haut, et d'autre part le platine platiné devient plus négatif dans les mêmes circonstances. Les deux variétés de platine se modifient en sens inverse, et l'on peut ajouter que le platine platiné se modifie beaucoup plus lentement que le platine non platiné.

» Nous avons vu tout à l'heure que les combinaisons superficielles formées par le platine avec les substances acides ou alcalines exigent un temps très-notable pour s'établir; lorsqu'elles sont formées elles présentent une certaine stabilité, et il est assez difficile de les détruire : j'ai pris deux fils de platine bien identiques; je les ai plongés dans l'eau distillée, et j'ai constaté d'abord que le couple formé par les deux fils ne donnait point de courant sensible; cela fait, j'ai transporté l'un des fils dans de l'acide sulfurique étendu, je l'y ai laissé séjourner pendant un certain temps, puis je l'ai lavé rapidement dans l'eau distillée, je l'ai séché en le pressant entre des feuilles de papier joseph, et je l'ai introduit de nouveau dans le vase rempli d'eau distillée, où était resté le deuxième fil. Après cette série d'opérations, j'ai trouvé que le fil qui avait séjourné dans l'eau acidulée était très-nettement positif par rapport à celui qui n'avait point quitté l'eau distillée. La valeur de la force électromotrice du couple formé par les deux fils va constamment en diminuant lorsqu'on laisse ces fils plongés dans l'eau distillée; mais quand le circuit reste ouvert de manière qu'il n'y ait pas de polarisation, il faut, en général, un assez grand nombre d'heures pour que la force électromotrice du couple redevienne tout à fait nulle. Tous les acides que j'ai essayés ont donné à peu près les mêmes résultats que l'acide sulfurique; les dissolutions alcalines ont donné naturellement des résultats inverses.

» Le procédé expérimental que je viens de décrire peut servir à reconnaître si une liqueur est acide ou alcaline, alors même qu'elle est assez étendue pour n'exercer aucune action sur les papiers réactifs. Dans ce cas on s'abstient d'essuyer l'électrode que l'on transporte de la liqueur explo-

rée dans l'eau pure. Cette méthode est extrêmement simple en même temps que très-précise et n'a d'autre inconvénient que d'exiger un galvanomètre à très-long fil; je me suis servi, pour mes expériences, d'un excellent instrument de Ruhmkorff, mis à ma disposition par l'Association Scientifique de France.

» Lorsqu'on applique la méthode dont il s'agit aux dissolutions salines, on n'en trouve aucune qui soit rigoureusement neutre : les sels qui ont pour bases des oxydes métalliques ont tous une réaction acide très-prononcée, tandis que les sels alcalins présentent en général une réaction alcaline plus ou moins marquée.

» Je me propose de revenir dans un prochain travail sur l'explication de ces effets, et de rechercher s'ils peuvent différer des phénomènes électriques observés par plusieurs expérimentateurs, et notamment par M. Becquerel, quand un acide et une base réagissent entre eux, lorsqu'un liquide acide est en présence de l'eau, lorsqu'un liquide alcalin se trouve dans les mêmes conditions, et enfin lorsque deux dissolutions salines quelconques sont en présence l'une de l'autre, phénomènes auxquels on attribue généralement une origine chimique. »

CHIMIE. — *Recherches sur la préparation et la purification du sulfure de carbone.* Note de **M. Th. Sidot**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Le travail que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie a pour objet l'étude détaillée des diverses phases qui se présentent dans la préparation du sulfure de carbone. Il m'a semblé qu'il était du plus grand intérêt de rechercher les causes qui influent sur le rendement de cette fabrication, devenue aujourd'hui si importante. Dans cette préparation, j'ai remarqué qu'il était un point capital duquel dépendent tout entiers les avantages de cette fabrication : c'est la température.

» Pour bien mettre en évidence l'influence de la température dans la préparation du sulfure de carbone, j'ai fait plusieurs opérations distinctes, exactement dans les mêmes conditions sauf la température, en faisant passer un poids connu de soufre en vapeur, 40 grammes par exemple, sur 10 grammes de braise purifiée, placée au centre d'un tube de porcelaine chauffé aux températures du rouge sombre, du rouge et du rouge vif ou blanc. Les nombres qui figurent ci-après représentent la moyenne des résultats que j'ai obtenus sur trois opérations faites à la même température.

1° Au rouge sombre...	5^{gr} de charbon m'ont donné			17^{gr} de sulfure de carbone.		
2° Au rouge.........	6,3	»	»	29	»	»
3° Au rouge vif......	7,5	»	»	19	»	»

» Les chiffres qui indiquent la quantité de charbon employé représentent la perte qu'ont éprouvée les 10 grammes de braise à ces différentes températures.

» D'après ces nombres, il est facile de voir que la seconde phase de l'opération, qui est le rouge, est incontestablement la température qu'il faut chercher à atteindre, mais qu'il faut surtout éviter de dépasser, pour obtenir le rendement maximum. Ces résultats démontrent en outre que le soufre peut s'unir au charbon à toutes les températures pour donner naissance à du sulfure de carbone en quantité qui varie avec la température. Dans la pratique, ces variations sont généralement attribuées aux fuites ou à l'imperfection des appareils dont on se sert, et surtout à la température, que l'on considère toujours comme étant trop peu élevée. Ce résultat, qui peut être utile à connaître pour la fabrication du sulfure de carbone, est la conséquence de ce fait, déjà remarqué par M. Berthelot, que le sulfure de carbone se dissocie d'autant plus complétement que la température est plus élevée. Et sous ce rapport le sulfure de carbone se comporte en présence du charbon comme l'oxyde de carbone dans les expériences de dissociation de M. H. Sainte-Claire Deville, le charbon du sulfure se déposant sur le charbon chauffé de la même manière que le charbon de l'oxyde de carbone, c'est-à-dire par simple décomposition. Les expériences que je vais relater démontrent encore qu'un protosulfure de carbone ne peut exister dans les circonstances au milieu desquelles j'ai opéré.

» J'ai fait plusieurs opérations comparatives à des températures différentes, au moyen d'une disposition d'appareil qui diffère peu de celle qui sert habituellement pour la décomposition de l'acide carbonique par le charbon. Cet appareil se compose d'un tube de porcelaine aux deux extrémités duquel sont adaptées deux cornues tubulées; chaque tubulure porte un tube droit à entonnoir et effilé à l'autre extrémité qui plonge jusqu'au fond de la cornue, et un second tube à large courbure destiné à conduire le sulfure non condensé dans un petit flacon refroidi; la cornue qui doit contenir le sulfure est chauffée au bain-marie, l'autre plonge dans un vase entouré d'eau froide. Avant de commencer l'opération, je place dans le tube 10 grammes de braise purifiée, et dans l'une des cornues je verse 150 centimètres cubes de sulfure de carbone exempt de soufre. Ensuite, je commence par chauffer légèrement le tube pour empêcher la condensation du

sulfure, puis je fais passer du sulfure de carbone pour chasser tout l'air de l'appareil, précaution nécessaire pour prévenir tout danger. J'élève alors la température jusqu'à rouge sombre, je fais distiller le sulfure d'une cornue à l'autre jusqu'à siccité, puis j'intervertis les opérations chaque fois qu'une distillation se trouve être terminée. J'ai fait passer ainsi huit fois le même sulfure sur la braise chauffée au rouge sombre.

» Après le refroidissement de l'appareil, j'ai constaté que du soufre s'était déposé dans le tube et dans l'allonge; que la braise avait augmenté des 3 dixièmes de son poids; que le sulfure avait perdu un trentième de son volume primitif, et, qu'après avoir filtré et distillé le sulfure, j'ai pu retirer du fond de la cornue 3 grammes de soufre que ce sulfure avait dissous par son passage répété au travers du tube.

» J'ai fait au rouge une seconde opération, en tout semblable à la première; seulement la température était moins élevée. J'ai constaté que le sulfure avait perdu 7 centimètres cubes sur 150 de son volume primitif; que la braise avait augmenté de $0^{gr},6$ sur 10 grammes et qu'une certaine quantité de soufre s'était déposée dans l'appareil; le poids du soufre retiré de la cornue était de $3^{gr},5$.

» Une troisième opération a été faite au rouge vif, identiquement comme les précédentes : cette fois tout le sulfure a été décomposé après l'avoir fait passer six fois seulement sur la braise. Une grande quantité de soufre s'est combinée au silicium de la silice du tube, pour donner de très-beaux cristaux blancs de sulfure de silicium ; le charbon s'était déposé en grande partie dans le tube et en avait pris la forme. C'est ainsi que j'ai pu obtenir les échantillons de sulfure de silicium et de charbon métallique, que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie. Ce charbon jouit, en effet, de propriétés intéressantes : il est sonore, il a l'éclat métallique; il se dilate beaucoup par la chaleur, ce que l'on constate facilement sur des cylindres à parois minces, fendus dans le sens d'une de leurs génératrices ; en les chauffant brusquement avec la flamme du chalumeau, le tube s'ouvre largement et se referme aussitôt dès que l'on cesse de chauffer.

» Pour purifier le sulfure de carbone, je commence par le distiller une fois, puis je l'agite avec du mercure propre jusqu'à ce qu'il ne noircisse plus la surface brillante du mercure. Cette opération doit se faire sur d'assez petites quantités de matières à la fois, afin que l'agitation soit plus facile et la division des liquides plus grande.

» On prend un flacon de 500 centimètres cubes, dans lequel on met 500 grammes de sulfure de carbone, et 500 grammes environ de mercure

bien propre. On agite quelque temps le flacon; il se forme bientôt du sulfure de mercure, qu'il est facile de séparer par la filtration : quant au mercure, on le filtre sur un entonnoir effilé. On remet de nouveau les deux liquides dans le flacon, et on recommence l'agitation jusqu'à ce que la surface brillante du mercure ne soit plus ternie. A cet état de pureté, le sulfure de carbone a complétement perdu l'odeur fétide qu'on lui assigne habituellement, il prend l'odeur de l'éther pur. Il peut également, dans cet état de pureté, rester indéfiniment en contact avec le mercure sans s'altérer.

» Le mercure peut déceler dans du sulfure de carbone des quantités de soufre aussi petites que l'on voudra; en effet, si dans 1 kilogramme de sulfure de carbone pur en contact avec du mercure dont la surface soit bien brillante, on vient à laisser tomber un fragment de soufre octaédrique, pesant aussi peu qu'on voudra, immédiatement après une faible agitation, la surface du mercure noircira. »

M. **Chevreul** rappelle que M. Cloëz s'est déjà occupé de la purification du sulfure de carbone.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur une erreur des évaluations saccharimétriques; par* M. E.-S. **Maumené.**

« L'usage du saccharimètre exige souvent l'addition aux liqueurs sucrées d'un réactif décolorant qui est, en général, l'acétate tribasique de plomb. Un volume exact du liquide sucré reçoit un *dixième* d'une solution concentrée de ce sel : on filtre le mélange, pour séparer le précipité volumineux dans lequel est ordinairement tout entière la matière colorante qui rendait l'observation directe impossible, et l'on examine la liqueur filtrée.

» La déviation produite par cette liqueur doit être corrigée pour l'augmentation de volume due à l'addition du sel de plomb, et l'on a jusqu'ici fait cette correction en augmentant de $\frac{1}{10}$ la déviation dont il s'agit. On a commis ainsi une erreur assez grave, sur laquelle je demande la permission d'attirer l'attention de l'Académie.

» La correction de $\frac{1}{10}$ suppose que le volume du liquide sucré a été augmenté bien exactement de $\frac{1}{10}$: ce qui est loin de la vérité quand le réactif décolorant fait naître un *corps solide dans lequel n'existe aucun atome de sucre*, et surtout quand ce corps solide a un volume considérable, comme cela se présente avec l'acétate tribasique de plomb. Voici les faits.

» 100 centimètres cubes de jus de betterave, mêlés avec 10 centimètres cubes de solution plombeuse, bien agités et jetés sur un filtre, ne laissent pas

écouler, le plus souvent, plus de $73^{cc},5$. Il reste sur le filtre une masse de $36^{cc},5$, c'est-à-dire du tiers environ des 110 centimètres cubes de mélange.

» Bien entendu, ces $36^{cc},5$ ne sont pas tout à fait exempts de sucre; mais on voit facilement combien il est nécessaire de déterminer leur état véritable, car il saute aux yeux que cet état diffère énormément de celui du liquide filtré, dont *on corrige* la rotation *en admettant que les deux parties des* 110 *centimètres cubes sont identiques*. Voici comment j'ai résolu cette question délicate, au moins avec une approximation suffisante.

» On fait écouler le liquide sucré, identique par lui-même à celui qui a traversé le filtre, en versant à deux ou trois reprises une petite quantité d'eau pure sur les $36^{cc},5$ retenus par le papier. On arrive ainsi à faire égoutter presque absolument tout le liquide dont le précipité plombeux était seulement imbibé, et cela sans altérer notablement la constitution chimique réelle de ce précipité, qui offre, comme on pouvait s'y attendre, un volume encore très-grand. En effet, ce précipité est hydraté, très-volumineux, et doué, en outre, de la propriété de retenir en imbibition une certaine quantité de liquide sucré ou non.

» Quand le lavage à l'eau distillée est terminé, on peut mesurer le volume et le poids du précipité : on trouve, comme on pouvait s'y attendre, que le volume, et par conséquent le précipité, bien *exempt de sucre*, sont beaucoup trop grands pour être négligés.

» Les $36^{cc},5$ retenus d'abord sont réduits, par l'opération dont je viens de parler, à un volume de 10 à 14 centimètres cubes, suivant la nature des betteraves (en raison de l'âge, de la bonne ou mauvaise conservation, etc.). Il résulte de là que le volume réel du liquide sucré, au lieu d'être de 110 centimètres cubes, comme le suppose implicitement le mode de correction usité, est seulement de

100^{cc} dans le cas où le précipité $= 10^{cc}$
96 » » $= 14$

» Si donc le jus mis en expérience marque 57°/, on trouve, avec la correction habituelle,

$$57 \times \frac{110}{100} = 62,7 = 102^{gr},51 \text{ par litre.}$$

» En réalité le jus renferme

dans le premier cas.... $57 \times \frac{100}{100} = 57,00 = 93^{gr},19$ sucre par litre,

dans le second cas..... $57 \times \frac{96}{100} = 54,72 = 89^{gr},47$ »

» Ces différences ont une grande importance industrielle :

$$\text{La première est de....}\quad \frac{9,3195}{93,195} = 10 \quad \text{pour } 100,$$

$$\text{La seconde est de.....}\quad \frac{13,0473}{89,4672} = 14,6 \text{ pour } 100.$$

» Elles ont donc un intérêt d'autant plus grand que le jus est plus sucré.

» Si cette erreur a échappé aux chimistes, peut-être doit-on l'attribuer à plusieurs causes, dont l'une mérite d'être examinée.

» Au lieu d'acétate tribasique, on se contente parfois d'acétate neutre de plomb, et avec ce sel l'erreur est un peu moins forte. Ce précipité métallique n'est plus aussi volumineux, et, par suite, le volume réel du liquide qui renferme le sucre demeure plus grand. Ainsi les 110 centimètres cubes laissent écouler 98 ou même 99 centimètres cubes. L'erreur commise par la correction du $\frac{1}{10}$ a donc ici moins de portée. Toutefois il faut ajouter que l'acétate neutre est un agent de coloration moins puissant que l'acétate tribasique; ce qui oblige à renouveler souvent son action à deux ou même à trois reprises : ce qui porte l'erreur à sa seconde ou à sa troisième puissance (1).

» On voit combien il est nécessaire de ne pas conserver le mode de correction dont on a fait usage jusqu'à aujourd'hui. Le saccharimètre a été, lors de son apparition, l'objet de quelques reproches vagues de la part de plusieurs chimistes; aucun de ces reproches n'était fondé sur une base aussi sérieuse que le serait celle de l'inexactitude de ses indications, si l'on continuait de négliger la cause d'erreur que je signale.

» On peut l'éviter très-approximativement d'une manière assez simple.

» En général, pour une même série de liquides, pour des jus de betterave par exemple, le précipité formé par l'acétate tribasique offre, à bien peu près, le même degré d'hydratation et d'humectation : l'hydratation s'élève à environ 60 pour 100 et l'humectation à 40; en d'autres termes, 100 centimètres cubes de précipité sont formés de 60 centimètres cubes de précipité plombeux hydraté, SANS SUCRE, et 40 centimètres cubes de liquide sucré identique à celui qui est parvenu à traverser le filtre. On détermine,

(1) Pour parler exactement, soit D le nombre de degrés observés, c le numérateur de la fraction corrective ou 110, v le numérateur vrai, c'est-à-dire 100 ou 96, l'erreur devient

$$D\left(\frac{c}{100}\right)^2 - D\left(\frac{v}{100}\right)^2 = D\,\frac{c^2 - v^2}{(100)^2}, \text{ etc.},$$

en *admettant que le précipité ait le même volume dans les cas successifs.*

par une dizaine d'expériences préliminaires, ces deux coefficients, et l'on en fait usage dans tous les essais suivants. On commet encore une légère erreur, mais assez faible pour être négligée presque toujours, sauf dans les cas de grande importance, où le lavage complet du précipité et l'analyse du liquide de lavage par le saccharimètre sont nécessaires. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la composition de la peau, sur les modifications que le tannage lui fait subir, et sur la fermentation du tannin dans les fosses.* Note de **M. A. Müntz**, présentée par M. Boussingault. (Extrait.)

« La peau a été examinée dans les trois phases principales de la préparation du cuir : après le nettoyage et l'épilage, après le gonflement, et après le tannage complet.

» Fraîche, elle contient $\frac{2}{3}$ à $\frac{3}{4}$ de son poids d'eau; séchée à 110 degrés, elle devient une des substances les plus avides d'eau qui existent; séchée à l'air, elle retient une forte proportion d'humidité, qui varie avec l'état hygrométrique de l'atmosphère.

» L'analyse immédiate a donné pour sa composition :

Tissu cellulaire non attaquable par l'eau bouillante........	3,080
Matière grasse....................................	1,058
Matières minérales................................	0,467
Matière transformable en gélatine......................	95,395
	100,000

» Ce tissu cellulaire est soluble dans le réactif de Schweitzer, d'où l'acide acétique le précipite; il contient plus de 10 pour 100 d'azote; traité par l'acide sulfurique très-étendu, il donne du glucose.

» Pendant le gonflement, la peau est tannée partiellement, elle fixe une substance plus hydrogénée et moins oxygénée que le tannin; elle perd une proportion notable de matières grasses.

» Pendant le tannage, une certaine quantité de peau est décomposée; l'azote qui lui correspond se retrouve à l'état de sels ammoniacaux; la peau fixe des matières minérales, et un poids à peu près égal au sien de matière ayant la même composition que celle qui est fixée dans la jusée (1) :

Carbone.........................	54,56
Hydrogène.......................	4,71
Oxygène.........................	40,73
	100,00

(1) Toutes les quantités se rapportent à la matière sèche absolue.

» La composition centésimale du tannin est exprimée par

Carbone...........................	52,42
Hydrogène	3,56
Oxygène...........................	44,02
	100,00

» Ce qui se fixe sur la peau n'est donc pas du tannin, mais une matière qui en dérive, qu'on peut appeler *matière tannante*, et qui en diffère en ce qu'elle contient moins d'oxygène et plus d'hydrogène.

» Le précipité que forme le tannin avec la gélatine est très-différent du cuir par sa composition.

» Les changements éprouvés par les matières minérales sont curieux à étudier. Dans la liqueur acide qui constitue la jusée, la peau perd la presque totalité de sa silice combinée, de sa chaux, et une partie de son acide phosphorique et de ses alcalis. Pendant le tannage, elle reprend de la silice soluble dans les acides, de la chaux et une quantité d'acide phosphorique et d'alcalis beaucoup plus considérable que celle qu'elle avait perdue. Les matières minérales qui augmentent dans la peau, pendant le tannage, correspondent à celles qui diminuent dans le tan.

» Ces recherches tendent à établir que la force de sélection des tissus organisés est une propriété inhérente à ces tissus, et peut se manifester sans le secours du phénomène vital; elles tendent aussi à faire supposer que cette force est différente de celle qui produit les faits d'endosmose et de dialyse.

» Dans les fosses, le tannin se décompose en partie avant d'avoir pu être absorbé; il subit une fermentation acide, qui a lieu à l'abri du contact de l'air. Il donne les acides lactique, acétique, gallique, formique, carbonique, dont on a constaté la présence dans le jus de tan des fosses.

» La formation de ces acides peut s'expliquer par les équations suivantes :

$$\underbrace{C^{27}H^{22}O^{17}}_{\text{Tannin.}} + \underbrace{14H^2O}_{\text{Eau.}} = \underbrace{5C^3H^6O^3}_{\text{Acide lactique.}} + \underbrace{4C^2H^4O^2}_{\text{Acide acétique.}} + \underbrace{2CH^2O^2}_{\text{Acide formique.}} + \underbrace{2CO^2}_{\text{Acide carbonique.}}$$

$$\underbrace{C^{27}H^{22}O^{17}}_{\text{Tannin.}} + \underbrace{5H^2O}_{\text{Eau.}} = \underbrace{C^7H^6O^5}_{\text{Acide gallique.}} + \underbrace{C^6H^{12}O^6 + H^2O}_{\text{Glucose.}}.$$

» La formation d'acide gallique, sans intervention d'oxygène et avec production de glucose, tend à rendre au tannin sa nature de glucoside, qu'on lui a contestée.

» Une petite quantité d'acide propionique paraît se former dans cette fermentation, et c'est à sa présence qu'on pourrait attribuer l'odeur acide particulière qu'exhalent les tanneries. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur l'existence d'un maximum d'étoiles filantes en décembre.* Note de **M. Chapelas.**

« Il y a vingt ans environ, M. Coulvier-Gravier présentait à l'Académie un travail accompagné d'une courbe représentant la marche du nombre horaire moyen des étoiles filantes ramené à minuit, pour l'année entière, c'est-à-dire depuis le 1er janvier jusqu'au 31 décembre, et établie sur une période de quinze années d'observations consécutives. De l'examen de ce graphique, ressortaient avec une très-grande clarté les diverses époques de l'année où se produisent les apparitions extraordinaires, en d'autres termes, les deux grands maxima d'août et de novembre et les deux moins importants d'avril et d'octobre.

» Depuis, traçant moi-même de nouvelles cartes de ce genre, j'avais cru remarquer que des changements notables se produisaient dans certains nombres horaires obtenus en décembre, qui, tout en subissant des oscillations fréquentes, accusaient néanmoins un mouvement ascendant très-prononcé. Je fus donc conduit à supposer l'existence probable et prochaine d'un nouveau maximum : je suis heureux d'annoncer à l'Académie que nos prévisions étaient fondées.

» Cette année, en effet, nous attachant aux observations de décembre, nous avons été à même de constater l'existence d'un maximum réel, qui semble devoir devenir, par la suite, au moins aussi brillant que celui du 10 août.

» Dans la nuit du 11 au 12 décembre de cette année, nous avons pu enregistrer une pluie très-remarquable de météores, nous fournissant, pour nombre horaire moyen ramené à minuit, une valeur égale à 53,4, soit 640,8 pour une nuit de douze heures d'observation.

» Si nous établissons des points de comparaison avec les autres maxima constatés en août et novembre, nous trouvons que la valeur du nombre horaire obtenu le 11 décembre atteint déjà les valeurs obtenues pour le nombre horaire moyen, à minuit, du 10 août des années 1853, 1860, 1862, 1866, 1868, 1869, et qu'elle dépasse de beaucoup la valeur obtenue pour le nombre horaire moyen calculé pour l'apparition de novembre de cette année, lequel ne s'élevait qu'à 24,8.

» Enfin, pour ce qui concerne cette nuit du 11 au 12 décembre, si nous remontons aux époques antérieures, après un premier renseignement fourni

par Brandes en 1798, nous trouvons, pour des époques plus rapprochées, c'est-à-dire depuis 1847 jusqu'à aujourd'hui, successivement les nombres horaires suivants :

29 — 17 — 21,2 — 23,9 — 31,7 — 51,2.

» Il y a donc eu véritablement une progression toujours croissante, qui fournit, pour le nombre horaire, une valeur assez importante pour pouvoir introduire dans l'histoire du phénomène des étoiles filantes une nouvelle époque intéressante à suivre et à étudier, *le Maximum du* 11 *décembre.* »

ANTHROPOLOGIE PRÉHISTORIQUE. — *Réclamation relative à une Note précédente de* MM. Hamy *et* Lenormant, *sur la découverte des restes de l'âge de pierre en Égypte; par* **M. Arcelin.**

« MM. Hamy et Lenormant, en rendant compte d'un voyage dans la haute Egypte, entrepris sous les auspices de S. A. le Khédive, annoncent à l'Académie (séance du 22 novembre), la découverte d'un atelier de l'âge de la pierre polie ou néolithique, sur les plateaux situés entre Biban-el-Molouk et Deïr-el-Bahari. Il semble résulter des termes de cette Communication, qu'ils prétendent à la priorité d'une découverte établissant l'existence, jusqu'à présent contestée, disent-ils, d'une industrie de l'âge de pierre en Égypte.

» Cette assertion serait inexacte. J'ai, pendant le cours de l'hiver dernier, exploré la vallée du Nil, de concert avec M. H. de Murard, sous les auspices de S. Exc. M. le Ministre de l'Instruction publique, qui avait daigné nous charger d'une mission archéologique, dans le but de rechercher si l'Egypte ne renfermait point des traces des époques préhistoriques, et notamment des âges de la pierre.

» Deux Rapports adressés par moi à M. le Ministre, à la date du 20 février et du 26 juin 1869, constatent que nos travaux n'ont point été stériles. J'y ai signalé d'importantes stations, offrant les caractères connus des époques de la pierre, et notamment de l'époque néolithique, à Abou-Mangar, Bab-el-Molouk, El-Kab, etc., ainsi que de nombreuses traces éparses, sur les terrasses anciennes et sur les hauts plateaux de la vallée du Nil, à Saggarah, Giseh, etc. Des résumés de ces Mémoires ont été publiés en février et en septembre (1).

---

(1) 17 *février* 1869. — Note insérée dans le journal : *Les matériaux pour l'histoire primitive et naturelle de l'homme* (Lettre datée du Caire) :

« ... Nous avons recueilli toute une série d'objets en silex ou en pierre dure (porphyre,

» M. Figari-Bey, le savant naturaliste du Caire, a constaté la provenance de mes spécimens.

» Je crois donc avoir été le premier à faire connaître des faits identiques à ceux dont MM. Hamy et Lenormant paraissent s'attribuer la priorité. »

ANTHROPOLOGIE PRÉHISTORIQUE. — *Sur quelques ateliers superficiels de silex taillés récemment découverts en Égypte.* Note de **MM. Hamy** et **Lenormant.**

« Nous avons eu l'honneur, dans une précédente Communication (*Comptes rendus,* 22 novembre 1869), de signaler brièvement à l'Académie

---

» roches amphiboliques, etc.), évidemment travaillés de mains d'homme. Ce sont les types » couteaux, racloirs, nuclei, grattoirs, marteaux, etc., etc., parfaitement caractérisés.

» ... Une pièce malheureusement brisée... qui paraît être une hachette polie.

» ... Les gisements que nous avons observés se trouvent, soit à la base des dépôts mo» dernes du Nil, soit plus généralement à la surface des terrasses ou sur les plateaux supé» rieurs aux plus hautes crues du fleuve.

» ... C'est à Bab-el Molouk (précisément dans le voisinage du lieu indiqué par MM. Hamy » et Lenormant), El-Kab, Abou-Mangar, Saggarah, que nous avons recueilli les plus in» téressants spécimens de pierres taillées.... Ces vestiges étaient concentrés sur certains » points, comme il arrive dans les stations fréquentées. »

(*Matériaux*, février 1869, p. 136.)

20 *février*. — Lettre au Ministre résumant succinctement nos travaux.

26 *juin*. — Mémoire détaillé au Ministre; voici la conclusion :

« Je conclus, jusqu'à preuve du contraire, à une industrie fort ancienne, probablement » préhistorique, qu'il faudra peut-être scinder elle-même en plusieurs périodes, mais qui, à » la station d'Abou-Mangar, s'est affirmée avec les caractères connus de l'âge dit de la pierre » polie. »

(Ces Mémoires seront publiés dans les *Archives des Missions Scientifiques*.)

Août 1869. — Lecture d'une Note à l'Académie de Mâcon.

Septembre 1869. — *Matériaux*, numéro de septembre, p. 399, publication d'un résumé de mon Rapport au Ministre, *avec planche*, figurant les principaux types récoltés.

Enfin, MM. Lepsius, Mariette, Chabas étaient informés par moi, en temps utile, du résultat de nos recherches, afin qu'ils pussent en tenir compte en ce qui concerne l'Égyptologie.

M. Lepsius, de Berlin, m'écrivait à la date du 22 août :

« Nous possédons plusieurs pièces en silex dans notre musée de Berlin; mais elles ont été » recueillies par M. Passalacqua, dans des tombeaux égyptiens. Elles ne sont par conséquent » pas préhistoriques. Aussi leur forme est-elle particulière... Je les ai toujours prises pour » des couteaux dont les Egyptiens se servaient pour ouvrir les cadavres. Je n'ai jamais rien » vu ni entendu de hachettes comme elles sont (*sic*) caractéristiques pour les temps pré» historiques. Vos découvertes sont donc d'autant plus intéressantes. »

la découverte que nous venions de faire d'un atelier de fabrication de silex taillés sur le Gebel-Qournah, près de Thèbes. La présente Note a pour but de faire connaître d'autres gisements de même nature, que nous avons trouvés depuis lors dans le cours de notre voyage, et de rapprocher les faits qui nous appartiennent de ceux que l'on avait précédemment recueillis.

» Les premiers silex taillés, supposés préhistoriques, qui soient parvenus en Europe, provenaient des sondages exécutés dans la basse Égypte, par l'initiative de la Société Royale de Londres (Ed. Lartet). Envoyés en Angleterre par M. Horner, ils n'ont jamais été l'objet d'une description, et leur nature comme leur âge relatif sont demeurés absolument inconnus. Les silex travaillés de M. Prisse d'Avesnes ont eu le même sort (Prüner-Bey), et M. Worsaæ nous apprend que les instruments de pierre rapportés à M. Lepsius du Sahara égyptien sont encore à l'étude. (*Congrès international d'Anthropologie*, etc., 2e session, Paris 1867, in-8°, p. 119.)

» Une Note adressée par M. Arcelin à un journal spécial (*Matériaux pour l'Histoire primitive et naturelle de l'homme*, t. V, p. 136, 1869), il y a un peu plus de six mois, est le premier document de quelque étendue qu'on ait imprimé sur cette intéressante question. Ce petit travail, qui nous avait échappé, ne renferme malheureusement que des indications très-sommaires, si bien que, quelque valeur que possèdent les observations qu'elle résume, elles ont passé inaperçues pour beaucoup d'anthropologistes. M. Arcelin vient heureusement de donner (1), quelques jours après la lecture de notre Communication à l'Académie, des détails complémentaires qui nous permettront de dresser la liste des *ateliers superficiels de silex taillés* actuellement connus en Égypte.

» Ce sont, en allant du nord au sud :

» 1° SAQQARAH. Cette station, découverte par M. Arcelin, lui a fourni entre autres pièces, des grattoirs et des racloirs assez bien travaillés.

» 2° NEG-SALMANI (Lenormant). Petit atelier dans le désert, à quelque distance de la chaîne Libyque, au nord des ruines d'Abydos. On y a observé des couteaux d'un silex blanchâtre.

» 3° HARABAT-EL-MADFOUNEH (Hamy). Autre petit atelier, à l'ouest du grand temple de Séti Ier, au pied de la montagne. Les silex qui y ont été recueillis sont d'une pâte fine, d'un rose tendre, taillés en couteaux, etc.

» 4° BAB-EL-MOLOUK (Arcelin). A l'entrée de la *Vallée des Tombeaux*,

(1) *Matériaux*, etc., numéro de septembre, publié le 25 novembre.

ce naturaliste a ramassé des éclats travaillés en pointes, en grattoirs, en couteaux, etc.

» 5° Gebel-Qournah (Hamy et Lenormant). Vaste atelier de fabrication, dont il a été parlé dans notre Note du 30 octobre. Les silex taillés que nous avons trouvés en si grande abondance, se rapportent à des types très-variés. Nous citerons en première ligne des têtes de lances, d'un curieux travail, dont certains types de la vallée de la Somme et des grottes du Moustier, etc., sont des équivalents, en France; puis des pointes de flèches, de couteaux, avec ou sans talon, des grattoirs, des racloirs d'une forme toute particulière, des percuteurs et des nucléus assez analogues à ceux du Grand-Pressigny. La pâte de ces silex est brune ou noirâtre, et d'une grande finesse.

» 6° Deir-el-Bahari, et 7° Deir-el-Medineh (Hamy). Au pied de la montagne de Thèbes, on trouve quelquefois dans ces deux localités des nucléus, des couteaux et des éclats semblables à ceux du Gebel-Qournah. Il est permis de supposer que ces instruments viennent des hauts sommets, où se trouveraient des ateliers encore inexplorés.

» 8° Enfin El-Kab, où M. Arcelin a trouvé, à la base de la falaise, des instruments de diverses formes, couteaux, flèches, etc.

» Nous avons omis, dans cette énumération, le gisement d'Abou-Manga, qui n'est pas superficiel et dont la date est peut-être antérieure, et ceux de la plaine de Thèbes, où nous avons trouvé des types bien plus anciens, comparables à ceux de Saint-Acheul, en rapport avec de vieilles alluvions nilotiques, dont la date relative n'a encore été fixée ni par les géologues, ni par les paléontologistes. Il en sera question dans un travail subséquent. »

GÉOLOGIE. — *Note sur la présence de dépôts stratifiés dans les moraines et les oscillations séculaires des glaciers du Grindelwald; par* **M. Ch. Grad.**

« La distinction précise entre les terrains d'origine glacière et les dépôts d'alluvion formés au sein des eaux n'est pas toujours facile. Si les dépôts des eaux courantes sont toujours plus ou moins bien stratifiés, tandis que les dépôts glacières, les moraines de toutes espèces, se composent de débris accumulés sans ordre apparent, de blocs de toute grosseur et à vives arêtes, de fragments de roches plus ou moins anguleux, de gâlets striés, de sable, de limon, on rencontre en divers lieux des formations où l'action des eaux courantes s'est mêlée à celle des glaciers. Bien des fois, pendant mes explo-

rations dans les Alpes, j'ai vu des couches de sable et de cailloux roulés à stratification régulière se déposer contre les moraines de manière à fournir une preuve contre l'existence des glaciers en ces lieux si les glaciers n'avaient été présents sous mes yeux. Ces faits, auxquels on n'a pas asssez accordé d'attention, méritent d'être pris en considération sérieuse par les géologues occupés de l'étude des terrains de transport de formation ancienne dans les vallées situées en dehors des limites des glaciers actuels.

» Aussi longtemps qu'un glacier s'accroît et se développe, il rejette devant lui ses moraines et tend à les niveler et à les recouvrir. Vient-il à reculer par suite d'une fusion plus considérable que son accroissement annuel, la moraine terminale reste en avant sous forme d'une digue dont les dimensions dépendent de l'étendue du glacier et de la nature des roches qui composent son bassin. Le torrent qui s'échappe du glacier dépose peu à peu, en arrière de la moraine, des couches de galets arrondis et de sable. En même temps, les matériaux de la moraine se trouvent entamés et en partie entraînés par les eaux, qui parfois déposent à leur surface des couches d'alluvion assez puissantes pour les recouvrir totalement. Ce phénomène est très-marqué au Grindelwald et au pied du glacier du Rhône. Au glacier inférieur du Grindelwald, on voit un ruisseau qui descend des flancs de l'Eiger, barré par la moraine latérale de la rive gauche, où il forme un petit lac temporaire, et y dépose des couches de sable d'une régularité parfaite. Sur d'autres points, des torrents plus forts, barrés de la même manière, amènent, en temps de crue, de grandes quantités de gravier et de cailloux roulés qui se déposent également par couches et sont de nouveau recouverts par des fragments de roches tombés des moraines, comme, par exemple, au lac de Mattmark, sur les flancs du glacier d'Allalain, dans la vallée de Saas. Il se forme alors des dépôts qui offrent alternativement des couches de débris roulés, arrondis, charriés par les eaux avec d'autres qui, étant transportés par le glacier, sont anguleux et à arêtes plus ou moins vives.

» Nulle part je n'ai observé auprès des moraines des dépôts stratifiés avec un aussi grand développement que dans le bassin du glacier de Zmutt, dans la vallée de Zermatt. Lors d'une première visite que j'y ai faite en 1866, le glacier de Zmutt se trouvait déjà en voie de réduction, mais encore bien faible. Depuis trois ans, de 1866 à 1869, ce glacier a non-seulement reculé à l'extrémité, mais il a subi un abaissement considérable, et s'est rétréci, dans les régions moyenne et supérieure de son cours, de manière à se trouver isolé des petits glaciers latéraux. En remontant le glacier, on le trouve

maintenant resserré entre deux puissantes moraines latérales qui laissent un intervalle assez vaste, une sorte d'énorme sillon entre les montagnes de la rive et le glacier. Ces deux sillons servent de lit à des ruisseaux venus des régions supérieures. Après la fonte des neiges et les pluies, les ruisseaux se changent en torrents impétueux charriant de grandes quantités de débris. Des couches de limon, de sable, de gravier, de cailloux roulés et parfaitement arrondis se déposent ainsi à stratification régulière le long des moraines. Remaniés parfois et parfaitement semblables à ceux qui se forment au sein de nos cours d'eau des plaines, ces dépôts stratifiés tendent à remplir les sillons et sont composés de roches de même nature que celles des moraines. Si, à la suite d'une fonte subite, le glacier de Zmutt venait à disparaître, comme il a dû arriver pour les grands glaciers d'autrefois, les moraines latérales seraient démolies sur les deux rives et emportées vers le fond de la vallée, tandis que des lambeaux plus ou moins continus des dépôts stratifiés qui viennent de se former, resteraient sur les flancs du bassin et y figureraient des corniches à pente sensiblement plus inclinée que celle du fond de la vallée, assez semblables aux terrasses latérales de certaines vallées que M. Dausse attribue (*Bulletin de la Société géologique de France*, 1869) à des dépôts formés dans des récipients régularisés qui se sont ensuite abaissés brusquement. Le phénomène observé au glacier de Zmutt a laissé des traces certaines dans les terrasses des grandes vallées des Alpes, sur le versant italien, qui viennent aboutir aux lacs Majeur, de Come, de Garda. Une partie au moins de ces terrasses, à pente plus rapide que celle du fond des vallées, a été déposée par des cours d'eau sur les flancs d'anciens glaciers lors de leur grande extension.

» Aujourd'hui, la plupart des glaciers des Alpes sont en voie de diminution. Le glacier de Viesch, en Valais, a reculé de 600 mètres depuis une dizaine d'années; le glacier des Bois, à Chamounix, a subi une réduction de plus de 370 mètres depuis 1826, et le glacier inférieur du Grindelwald se trouve actuellement à 610 mètres en arrière du point atteint en 1855, tandis que le glacier supérieur de la même vallée a reculé de 390 mètres depuis la même époque. En 1855, les deux glaciers du Grindelwald avaient atteint leur développement maximum depuis deux siècles et demi; mais, en 1600, ils se sont encore étendus au delà. La moraine de 1600, maintenant en partie envahie par la végétation, quoique facile à reconnaître, se trouve à 63 mètres en avant de la moraine de 1855 pour le glacier inférieur, et pour le glacier supérieur de 45 mètres. Ces limites sont indiquées d'une manière positive dans une vieille chronique en langue allemande, dont M. Gerwer,

pasteur au Grindelwald, a bien voulu nous donner communication (1). Selon cette chronique, les glaciers s'avancèrent très-rapidement en 1600, et renversèrent nombre de granges et de chalets. Le glacier inférieur arriva jusqu'au ravin de la Schussellauine; la Lutschine fut barrée, ses eaux se gonflèrent et prirent un autre cours en causant grand dégât. Le glacier supérieur arriva dans le lit du Bargelbach, et les deux recommencèrent un mouvement rétrograde en 1602, pour rentrer dans leur plus faible limite de date connue en 1750. Des auteurs, préoccupés des envahissements séculaires des glaciers des Alpes, ont pensé que, au milieu du XVI[e] siècle, des communications régulières existaient entre le Grindelwald et le Valais par la crête de Viesch, facilement accessible par suite de la faible extension des glaces à cette époque, au point qu'on aurait baptisé au Grindelwald un enfant apporté du Valais par un passage à peine accessible maintenant aux grimpeurs les plus audacieux. Une inscription des registres de la paroisse du Grindelwald dit bien que, en l'année 1576, le pasteur de l'église réformée baptisa un enfant d'un *paysan originaire* du Valais, demeurant au lieu dit *Auf Sengg*, dans la vallée de la Lutschine; mais le registre n'ajoute pas un mot de plus. Or il n'est pas probable que, vingt-cinq ans avant la plus grande extension connue des glaciers du Grindelwald, on ait apporté un faible enfant par-dessus la crête de Viesch, cela d'autant moins qu'en 1772 des hommes vigoureux qui s'enfuirent du Valais au Grindelwald par les glaciers, lors de la dernière guerre de religion, ne se sauvèrent qu'*avec peine et après des efforts inouïs*. Mais ce qui ressort de ces faits d'une manière péremptoire, c'est que, malgré des oscillations plus ou moins considérables survenues à plusieurs époques, les glaciers du Grindelwald occupent aujourd'hui les mêmes limites qu'il y a trois siècles, et que, dans l'intervalle, le climat du pays n'a pas changé sensiblement. »

---

(1) Cette chronique dit en termes formels : « Im 1600 Jahr ist der ynder Gletscher bei » der undern Bärgebrigg in den Bärgelbach getrollet und hat man müssen 2 Haüser und » 5 Scheuren abraumen, die Plätz hat der Gletscher auch eingenommen. Der under Gletscher ist gangen bis an Burgbiel unter den Schopf und ein Handwurf weit vom Schussellauinen Graben, und die Lutschina verloz den rechten Lauf und war vom Gletscher » verschwelt, dass sie durch den Aellauinen boden auslief. Die ganse Gemeind wollt helfen » schwellen, aber es half nichts; man muss die Kälter abraumen, 4 Haüser und noch viel » andere Kälter; da nahm das Wasser uberhand, und trug den gansen Boden weg und » verwüstet es. — Im 1602 Yahr fing der Gletscher an zu schweinen und hinter sich zu » rücken. »

GÉOLOGIE. — *Note sur la structure statigraphique du Chili*. Extrait d'une Lettre de **M. Pissis** à M. Élie de Beaumont.

« Santiago, 1er novembre 1869.

» J'ai reçu dernièrement votre Ouvrage sur les progrès de la Stratigraphie, et j'avais reçu également, il y a deux ans, les deux Tableaux qui contiennent les données numériques des cercles et des principaux points du réseau pentagonal. J'y ai recours à chaque instant pour compléter mes recherches sur la Stratigraphie du Chili et pour une projection gnomonique du pentagone de l'Amérique du Sud, dont je m'occupe depuis quelque temps.

» En 1867, nous avons établi à Valdivia un petit observatoire, afin de fixer avec toute l'exactitude possible la position de cette ville; le résultat final a donné 75° 34′ 40″ pour la longitude, et 39° 48′ 33″, 6 pour la latitude de l'observatoire. Le centre du pentagone (long., 75° 27′ 48″, 43 O.; lat., 39° 43′ 35″, 97 S.) tombe ainsi à très-peu près à 13 kilomètres au nord-est de Valdivia (1), un peu au-dessus du confluent des rivières Pichoi et Cayamapu. Cette région ne présente pas de hautes montagnes : c'est un plateau composé de schistes talqueux et de quarzites; mais les principaux accidents du sol s'y trouvent parfaitement en rapport avec quelques-uns des cercles primitifs.

» La direction des couches schisteuses correspond au treizième grand cercle primitif (2) (primitif de Lisbonne), qui donne aussi celle de la côte entre le port de Coral et la petite anse de Chaiguire. Le cinquième (primitif du cap Castle ou Pater-Noster) correspond à la ligne anticlinale qui sépare les rivières de San-Pedro et de Quinchilca, et coupe la chaîne des Andes tout près du volcan de Panguipuli; le grand axe du lac de Rinihue est aussi parallèle à ce cercle; enfin le sixième (primitif du Groenland et du Chili) coïncide ici, comme dans le reste du Chili, avec les principaux accidents du sol.

» Les feuilles de la Carte qui contiennent les provinces de Valdivia et de Planquihue sont actuellement terminées, et je comptais revenir en France pour surveiller la gravure de la Carte; mais des travaux que le Gouvernement ne peut différer me retiendront encore ici pendant quelques mois. Ayant à me transporter dans le nord du désert d'Atacama pour fixer

---

(1) Le centre du pentagone a été indiqué comme tombant près de Valdivia, mais non à Valdivia même.

(2) *Rapport sur les progrès de la Stratigraphie*, p. 122.

le parallèle qui doit servir de limite entre le Chili et la Bolivie, j'aurai l'occasion d'étudier cette région encore peu connue. J'espère qu'après cela je pourrai réaliser mon voyage. »

ZOOLOGIE. — *Sur la constitution et le mode de formation de l'œuf des Sacculines.* Note de **M. Balbiani**, présentée par M. Milne Edwards.

« Dans une Note insérée au *Compte rendu* du 29 novembre dernier, M. Ed. Van Beneden s'est proposé de montrer que l'interprétation donnée par M. Gerbe aux faits observés par lui dans ses recherches sur le mode de formation de l'œuf des Sacculines est inexacte. En même temps, il présente de ces faits une explication très-différente, et il conclut en rejetant comme non fondées les inductions que M. Gerbe avait tirées de ses observations relativement à la constitution de l'œuf chez un grand nombre d'espèces animales. Dans son travail, M. Ed. Van Beneden fait également la critique des vues que j'ai émises sur la nature et le rôle physiologique du corps particulier entrevu pour la première fois dans l'œuf de certaines Araignées par quelques observateurs allemands, et dont j'ai fait plus récemment l'objet d'un Mémoire spécial, présenté à l'Académie en 1864. Je chercherai à répondre plus tard à celles des assertions de M. Ed. Van Beneden qui me concernent, mais auparavant, il n'est pas sans intérêt d'examiner lequel, de M. Gerbe ou de M. Van Beneden, a raison dans l'explication qu'ils proposent chacun des faits observés par eux chez les Sacculines.

» Rappelons d'abord, en peu de mots, la manière dont ces faits ont été exposés par M. Gerbe. D'après cet observateur, l'œuf des Sacculines serait constitué sur un type analogue à celui des Oiseaux, c'est-à-dire composé d'une partie nutritive ou jaune, et d'une partie plastique ou cicatricule. Cette structure serait manifeste, surtout dans les jeunes ovules, qui paraîtraient même comme constitués par deux moitiés ou lobes distincts, séparés par un étranglement médian, et dont l'un représenterait le jaune nutritif, l'autre la portion germinative. Plus tard, celle-ci ne serait plus visible que sous la forme d'une petite éminence arrondie à la surface de l'œuf mûr. Le jaune et la cicatricule auraient chacun pour centre de formation une vésicule particulière, comme je l'avais admis moi-même antérieurement pour l'œuf d'un bon nombre d'animaux; mais renversant les rôles attribués par moi à chacun de ces deux éléments constitutifs de l'ovule, M. Gerbe considère la vésicule placée au centre de la cicatricule comme correspondant à la vésicule germinative des autres espèces animales, et fait de

celle située au milieu du jaune l'homologue de la seconde vésicule que j'ai signalée dans le noyau vitellin des Araignées, des Myriapodes, etc.

» A l'époque où M. Gerbe publia ces résultats, j'avais déjà moi-même cru devoir élever quelques objections à sa manière de voir (*Compte rendu* du 8 mars 1869), mais n'ayant alors aucune expérience personnelle des faits sur lesquels il la basait, je me bornai à montrer que ses observations n'avaient pas le caractère de précision nécessaire pour autoriser les conclusions générales que M. Gerbe en tirait relativement au rôle des deux vésicules primitives de l'œuf. Depuis, j'ai acquis des preuves plus décisives, ayant eu, pendant un récent séjour au bord de la mer, l'occasion d'entreprendre de mon côté quelques recherches sur le mode de formation de l'œuf chez les Sacculines. J'ai retrouvé tous les faits intéressants sur lesquels M. Gerbe a le premier appelé l'attention des naturalistes; mais, de même que M. Van Beneden, je suis obligé de les interpréter tout autrement que ne l'a fait l'habile aide-naturaliste du Collége de France. Au contraire, mes observations concordent sur presque tous les points avec celles de M. Van Beneden, bien que faites d'une manière complétement indépendante. C'est ce qui ressortira clairement du résumé suivant de mes études sur le *Peltogaster Paguri* (Rathke).

» Examinons d'abord les faits que l'on remarque chez les petites larves à forme de Nauplius, qui représentent le premier âge de l'animal au sortir de l'œuf. Observées à l'état d'intégrité, on ne constate dans leur intérieur qu'un mélange de globules réfringents, restes du vitellus nutritif, et de corps plus volumineux, réfractant beaucoup plus faiblement la lumière, et ayant tous les caractères de vraies cellules. Mais en rompant, à l'aide de pressions ménagées, le tégument externe de la larve, on fait sortir le contenu et l'on s'assure que ces cellules sont des œufs rudimentaires fixés par un prolongement en forme de pédicule sur un cordon central grêle, sorte de rachis à la surface duquel les ovules naissent par bourgeonnement. Cette structure de l'ovaire de la larve du Peltogaster rappelle beaucoup celle du même organe chez les Araignées. Les ovules sont piriformes, les plus gros ont un diamètre de $0^{mm},025$ en moyenne, tandis que les plus petits apparaissent comme des grains presque imperceptibles fixés à la surface du rachis. Rien dans la constitution de ces corps ne rappelle l'organisation que M. Gerbe leur attribue chez la Sacculine adulte. Évidemment les ovules, chez la larve, du moins dans les premiers temps qui suivent l'éclosion de celle-ci, ne représentent que des cellules simples avec leurs parties constitutives ordinaires, savoir : un protoplasma tantôt homogène, tantôt plus ou

moins granuleux, suivant l'état du développement; un noyau ou vésicule germinative, large de $0^{mm},014$ dans les ovules les plus avancés, pourvu d'un nucléole ou tache germinative unique, relativement grosse et bien accusée. On parvient, en outre, au moyen des réactifs, à mettre en évidence une membrane enveloppante autour des ovules, mais celle-ci me paraît être plutôt une enveloppe capsulaire qu'une membrane vitelline réelle. Quelles sont les modifications que subit l'appareil reproducteur pendant les phases successives que la larve traverse avant de commencer son existence sédentaire et parasite? Mes recherches ne m'ont rien appris à cet égard, car je n'ai plus retrouvé cette larve avant que, fixée sur l'abdomen du Pagure, elle se soit transformée en animal adulte, sorte de poche pleine d'œufs, dans laquelle ceux-ci parcourent tous les stades de leur évolution ovarienne et embryonnaire. A cette période de la vie, le rachis ovarien de la larve s'est transformé en un organe rameux dont les nombreuses divisions servent de support à une multitude de follicules ovigères qui y sont appendus comme les grains d'une grappe de raisin le sont aux ramifications de celle-ci. Lorsqu'on déchire l'ovaire dans l'eau, on met en liberté les éléments renfermés dans les follicules ovigères. Ce sont d'abord des corps sphériques rendus opaques par les nombreux globules réfringents contenus dans leur intérieur, et qu'il est facile de reconnaître pour des œufs plus ou moins rapprochés du terme de leur maturation. Leur diamètre varie entre $0^{mm},13$ à $0^{mm},15$. Nous reviendrons plus loin sur la constitution de ces corps. A côté d'eux on voit un grand nombre d'autres éléments plus petits, sur la signification desquels on peut hésiter au premier abord. Les uns sont des cellules régulièrement rondes, d'une largeur de $0^{mm},02$ à $0^{mm},03$, formées d'un protoplasma transparent, finement granuleux, d'un nucléus large de $0^{mm},015$, muni d'un nucléole simple, gros et arrondi, très-réfringent. Les autres ont une forme bilobée et paraissent, au premier coup d'œil, constitués par l'accolement de deux des cellules précédentes; mais un examen plus attentif ne tarde pas à les faire reconnaître pour un simple état de division de ces dernières. On constate effectivement toutes les formes intermédiaires entre les cellules simples et les corps bilobés, savoir : des cellules encore régulièrement sphériques, mais renfermant déjà deux noyaux juxtaposés; d'autres, qui commencent à présenter un étranglement médian de leur corps avec une tendance des deux noyaux à s'écarter l'un de l'autre; d'autres, enfin, où les deux cellules nouvelles sont déjà bien délimitées réciproquement, mais restent adhérentes par une partie plus ou moins large de leur surface.

» On reconnaît facilement, dans ces derniers éléments, les *ovules bilobés* de M. Gerbe, ou les *cellules-mères* dans leurs différents états de division, décrites par M. Van Beneden. Je n'ai que peu de chose à ajouter à la description, d'ailleurs très-exacte, qu'en a faite ce dernier observateur. Les deux cellules-filles ne sont d'abord séparées par aucune membrane intermédiaire, et leur protoplasma se trouve en continuité directe, de sorte qu'à ne considérer les choses qu'à leur début, M. Gerbe pouvait être réellement autorisé à croire qu'il avait sous les yeux un petit œuf à deux lobes logeant chacun un noyau vésiculeux dans une masse vitelline commune. Mais l'illusion n'est plus possible lorsque ces corps ont passé à un état plus avancé. En effet, une cloison membraneuse transversale ne tarde pas à se constituer entre les deux cellules-filles adossées et à séparer leur contenu. Cette cloison se continue visiblement avec la ligne de contour extérieure des deux cellules et ne peut, par conséquent, être interprétée que comme un prolongement intérieur de la membrane d'enveloppe qui leur était primitivement commune. Aussi, je ne puis partager l'opinion de M. Van Beneden, qui dénie aux jeunes ovules une membrane cellulaire. C'est par l'intermédiaire de cette cloison médiane, laquelle, au lieu de se dédoubler et de permettre ainsi la séparation des deux ovules, reste simple, que ceux-ci sont pour ainsi dire soudés l'un à l'autre. Ce dédoublement n'a lieu que beaucoup plus tard, lorsque l'une des deux cellules conjointes, ayant continué seule à se développer, s'est transformée en un œuf mûr, comme cela a été décrit par M. Van Beneden. On aperçoit encore, pendant un temps plus ou moins long, à la surface de cet œuf, l'ovule resté stationnaire dans son développement, sous la forme d'une petite éminence arrondie, mais qui s'en détache lorsque l'œuf quitte son follicule pour passer dans la poche ovifère. C'est en suivant le développement progressif de cet œuf que M. Van Beneden s'est assuré que la prétendue cicatricule dont M. Gerbe l'avait doté n'était rien autre chose que la petite cellule-sœur accolée à lui, et que le noyau cellulaire que le même observateur supposait exister au centre de cette cicatricule n'était que le noyau de cette même cellule. On arrive à une démonstration semblable par les moyens mécaniques qui permettent de séparer ces deux corps. Ainsi, en faisant rouler l'œuf avec précaution sous la lame de verre mince du porte-objet, on réussit quelquefois à en détacher le petit ovule, lequel, aussitôt libre, reprend sa forme sphéroïdale primitive. Chacun d'eux se montre alors manifestement entouré d'une membrane d'enveloppe continue. Le même résultat s'obtient aussi quelquefois sous la seule action des substances chimiques qui déterminent

la contraction du protoplasma, par la tendance du petit ovule à prendre une forme arrondie sous l'influence de ces agents. »

ÉTIOLOGIE MÉDICALE. — *Réclamation à propos de l'intoxication tellurique.* Note de **M. Ed. Burdel**, présentée par M. Cloquet.

« Je ne doute pas de la bonne foi avec laquelle M. Colin, en adressant une Note à l'Académie le 15 novembre dernier, propose de voir remplacer l'appellation *intoxication palustre*, par cette autre plus exacte et plus vraie : *intoxication tellurique*. Mais, tout en rendant justice à l'importance et à la justesse de l'observation de mon honorable confrère, je crois devoir faire remarquer qu'en 1858 d'abord, dans un ouvrage intitulé : *Recherches sur les fièvres paludéennes*, puis en 1861, dans un Mémoire en trois parties, lu à l'Académie royale de Médecine de Belgique, portant le titre de *Nouvelles recherches sur l'impaludation*, publié dans le Bulletin de cette Académie, et analysé dans l'*Union médicale;* je crois devoir, dis-je, faire remarquer qu'à ces différentes époques et dans ces divers travaux, j'ai annoncé et j'ai cru pouvoir démontrer que la véritable *intoxication palustre* n'était autre qu'une *action tellurique* ou émanation dégagée du sol sous l'influence des rayons solaires; que cette émanation était d'autant plus terrible et plus funeste que le sol était plus récemment fouillé et défriché, ou que ce sol était d'une nature plus marécageuse; mais aussi que cette *action tellurique* se manifestait également, quoique à un moindre degré, même dans des contrées assainies, cultivées et reboisées : et, à ce propos, non-seulement je citais la Sologne, où l'assainissement progresse chaque jour, mais encore le Berry que j'habite, et où depuis longtemps il n'existe plus ni étangs ni marécages, ni la moindre parcelle de terre inculte.

» Dans ces deux pays, la fièvre domine cependant toujours, moins intense évidemment qu'autrefois, grâce à la culture du sol et aussi à l'alimentation plus réparatrice dont usent les habitants, mais elle persiste toujours.

« Dans la *Sidération palustre* (p. 8, 2ᵉ partie), le *fluide tellurique* est le » seul agent délétère qui influence fâcheusement le système nerveux de la » vie organique. Une fois le sol assaini et cultivé (p. 21, 2ᵉ partie), l'homme » doit chercher à acquérir une plus grande force de résistance, chercher » à se tenir en équilibre contre les variations telluro-atmosphériques qui » sont le propre de ces lieux. »

» Et de même, dans mes Lettres sur le drainage des pays palustres, adressées à M. Wleminelhx, président de l'Académie royale de Médecine de Belgique, publiées dans la *Gazette hebdomadaire de Médecine*, 1863. »

CHIRURGIE. — *Tumeur laryngée sous-glottique, détruite par le galvanocaustique.* Note de **M. L. Mandl**, présentée par M. Larrey.

« Au mois de septembre dernier, je fus consulté par un malade âgé de quarante-trois ans, complétement aphone et dyspnéique au plus haut degré, d'une bonne santé; tout exercice cependant était fort pénible, le sommeil agité et interrompu. L'examen laryngoscopique m'a permis de constater l'existence d'une tumeur considérable, située au-dessous de la glotte, obstruant tout l'orifice glottique, à l'exception du quart postérieur à travers lequel se faisait la respiration bruyante.

» Muni de la pince à polypes de M. Mathieu, je ne parvenais, en cinq séances consécutives, qu'à arracher des parcelles, dont l'ensemble atteint à peine la grosseur d'un petit pois. La tumeur, composée de fibres entrelacées et de petites cellules, résistait aux plus fortes tractions, qui soulevaient le larynx, sans détacher l'excroissance.

» Le malade ne se sentait nullement soulagé. Obligé de renoncer à la destruction mécanique de même qu'à la cautérisation, qui aurait été trop longue et trop pénible, j'ai repousé également la laryngotomie, conseillée et pratiquée depuis par Ekrmann dans des cas analogues, parce que je pensais que le laryngoscope permettait l'emploi de toute autre méthode par les voies naturelles. J'ai choisi la galvanocaustie.

» Middeldorff pense que cette méthode n'est applicable au larynx que dans les tumeurs visibles dans l'arrière-gorge ou occupant l'épiglotte. Voltolini cependant a réussi à extirper deux fois des petits polypes siégeant *sur* les cordes vocales, à l'aide de l'anse du sécateur. Jamais, à ce que je sache, on n'avait tenté d'opérer *au-dessous* des cordes vocales.

» Dans le cas présent, il était impossible d'entourer la tumeur avec l'anse, aussi ai-je eu recours au galvanocautère aplati en forme de couteau. Aidé de M. Mathieu fils, qui surveillait la pile, maintenant de la main gauche le laryngoscope, j'ai placé le galvanocautère froid dans l'orifice glottique et je l'ai poussé, dès que le circuit était fermé, d'arrière en avant, coupant et cautérisant la tumeur pendant l'espace d'une seconde. Une légère fumée sortant de la bouche répandait l'odeur de chair brûlée. Nulle douleur ressentie par le malade, nulle atteinte portée aux cordes vocales.

» La respiration s'est trouvée immédiatement considérablement soulagée et lorsqu'au bout de six semaines le malade, qui habite la province, est venu me voir, la respiration et la voix étaient presque normales. Je constate cependant encore au-dessous de la corde vocale droite et à l'angle antérieur,

et au postérieur, des traces de la tumeur ; le reste s'était atrophié. Par précaution, je pratique de nouveau une cautérisation galvanocaustique, espérant ainsi prévenir plus sûrement toute rechute. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches expérimentales sur la production de l'œdème.* Note de **M. L. Ranvier**, présentée par M. Claude Bernard.

« Il y a près de deux siècles que Lower (1) fit les premières expériences sur la production des hydropisies par la ligature des veines. Sur un chien, il lia la veine cave inférieure dans le thorax et produisit de cette façon une ascite considérable. Après avoir exposé cette première expérience, l'auteur ajoute que peu de temps auparavant il avait lié, également sur un chien, les deux veines jugulaires, et que cette opération avait déterminé un gonflement de toutes les parties situées au-dessus de la ligature et un écoulement abondant des larmes et de la salive. Au bout de deux jours, l'animal succomba comme suffoqué par une angine. A l'autopsie, les muscles et les glandes des régions tuméfiées parurent infiltrés par un liquide incolore et transparent.

» Ces deux faits avaient suffi à Lower pour formuler d'une manière très-précise sur la production des hydropisies une théorie entièrement différente de celle qui avait cours au moment où il écrivait.

» La découverte d'Aselli avait vivement impressionné les médecins, et l'on croyait alors que les hydropisies sont liées à la rupture des vaisseaux lymphatiques et à la suffusion de la lymphe. C'est cette idée que le physiologiste anglais attaqua et qu'il remplaça par la théorie de l'œdème par *stase sanguine*. Il fait remarquer que des expériences précédemment décrites il découle clairement qu'à la suite de l'oblitération d'une veine, le sang, ne pouvant plus passer des artères dans les veines, laisse transsuder sa portion séreuse à travers la paroi des vaisseaux, qui agit alors comme un véritable filtre.

» Malgré ces expériences si démonstratives, en apparence, la théorie de l'œdème par *stase sanguine* ne fut pas admise par les successeurs de Lower. Hodgson (2), par exemple, pense que l'oblitération d'une veine ne saurait produire de l'œdème.

(1) *Tractatus de corde item de motu et colore sanguinis*, editio quarta; Londini, 1680 (p. 81 et 82).

(2) *Treat. of the diseases of arteries and veins;* London, 1815 (p. 532) : « I have seen several preparations in which the femoral vein was oblitered, and have known an instance in which it was included in a ligature without any unfavorable consequence. »

» En 1823, M. Bouillaud (1), dans un Mémoire devenu célèbre, reprit l'idée de Lower et l'appuya sur l'observation des malades et sur des autopsies. Dans plusieurs cas d'œdème occupant une portion limitée du corps, il trouva la veine correspondante oblitérée, soit qu'elle fût comprimée par une tumeur (Observ. I, II et III), soit qu'un caillot obturateur s'y fût formé à la suite d'un accouchement (Observ. V et VI).

» Depuis cette époque, tous les médecins pensent, avec M. Bouillaud, qu'une simple oblitération veineuse rend parfaitement compte de la production d'un œdème. Toutefois, les expériences de Lower ne furent pas reprises, et je ne sache pas qu'on en ait tenté aucune autre du même genre.

» C'était là pourtant un sujet bien digne d'exciter le zèle des médecins physiologistes. Je fus conduit à l'étudier à la suite de mes premières recherches sur le tissu conjonctif (2).

» Je refis la deuxième expérience de Lower. Les deux veines jugulaires furent liées à la partie inférieure du cou chez un chien et chez un lapin. Ces animaux ne présentèrent ni écoulement des larmes, ni salivation, ni œdème.

» Je n'ai pas répété la première expérience de l'auteur anglais, parce qu'elle constitue une opération grave qui trouble plusieurs fonctions : la respiration, la circulation du cœur et celle des veines, et que dès lors elle ne peut donner une analyse suffisante.

» Je fis d'abord sur des chiens la ligature de la veine fémorale immédiatement au-dessous de l'anneau crural. Aucun œdème ne se montra ni le jour de l'opération, ni les suivants. Ces premiers résultats concordent avec ceux que Hodgson (3) observa chez l'homme.

» Je portai la ligature sur la veine cave inférieure. Il ne se forma pas d'œdème.

» Je songeai alors à favoriser la production de l'hydropisie en paralysant les nerfs vaso-moteurs. Pour atteindre ce but, je profitai des connaissances que nous avons sur la distribution des nerfs vaso-moteurs depuis la découverte de M. Claude Bernard (4). Je coupai le nerf sciatique d'un seul côté sur un chien qui avait subi la ligature de la veine cave. *De ce côté, il survint*

---

(1) *De l'oblitération des veines et de son influence sur la formation des hydropisies partielles; considérations sur les hydropisies passives en général* (*Arch. gén. de méd.*, 1823, t. II, p. 188).

(2) *Comptes rendus*, juin 1869.

(3) *Loc. cit.*

(4) *Recherches expérimentales sur les nerfs vasculaires et calorifiques du grand sympathique.* (*Comptes rendus*, août 1862.)

un œdème considérable, tandis que l'autre membre abdominal en resta indemne.

» Cette expérience fut reproduite trois fois, et chaque fois elle détermina les mêmes phénomènes. J'ai donc tout lieu de croire que les résultats en sont constants.

» Voici les détails de cette expérience :

» Une incision longitudinale de 6 centimètres est pratiquée dans la région lombaire droite au niveau des apophyses transverses des vertèbres lombaires. L'aponévrose abdominale et les insertions du muscle carré des lombes sont successivement divisées avec le bistouri. On écarte avec soin, à l'aide des doigts, le feuillet péritonéal, qui, dans cette région, est doublé d'un tissu conjonctif très-lâche, jusqu'à ce que la veine cave apparaisse nettement. Cette veine est alors disséquée et liée au-dessous des veines rénales.

» La plaie est réunie par une suture.

» On pratique, suivant la méthode classique, la section du nerf sciatique au niveau de l'ischion.

» Avant la section du nerf sciatique et après la ligature de la veine cave, les membres postérieurs de l'animal étaient devenus froids. Cet abaissement de température est tellement prononcé, que, pour l'apprécier, il n'y a pas besoin de thermomètre : la main suffit amplement. Ce phénomène est en rapport avec le ralentissement de la circulation qui succède à la ligature de la veine. Après la section du nerf sciatique, la patte correspondante devient chaude, et les vaisseaux sanguins de la peau se remplissent de sang, ce qui donne à tout le membre paralysé une teinte rosée qui contraste avec la coloration pâle de l'autre membre abdominal. Ce dernier reste froid ; aussi, lorsqu'après l'avoir touché on porte la main sur la patte paralysée, l'élévation de la température de celle-ci paraît très-grande.

» Cette élévation de température survient donc malgré l'obstacle apporté à la circulation par la ligature de la veine cave.

» Une heure après la section du nerf sciatique, il y a déjà du gonflement autour du tendon d'Achille. Au bout de deux heures les excavations situées en avant de ce tendon sont effacées, et le tissu conjonctif sous-cutané est légèrement infiltré.

» Vingt heures après l'opération, la tuméfaction est si considérable que la portion du membre abdominal comprise entre le genou et le calcaneum est devenue cylindrique.

» Si à ce moment l'animal est sacrifié, on trouve le tissu conjonctif de la patte paralysée infiltré par de la sérosité transparente.

» Chez un chien que j'ai laissé vivre et qui est encore aujourd'hui en

observation, un œdème considérable a persisté pendant trois jours; le quatrième, le gonflement a diminué d'une manière progressive; le cinquième, il avait presque complétement disparu.

» Ces expériences ont déjà beaucoup de valeur, car, avant la section du nerf sciatique, les deux membres abdominaux se trouvaient dans les mêmes conditions; donc cette section a joué un rôle important dans la production de l'œdème. Mais le nerf sciatique est un nerf mixte, et l'on a le droit de se demander si, après la section de ce nerf, l'hydropisie a été déterminée par la paralysie des fibres nerveuses vaso-motrices, des motrices volontaires ou des sensitives. Jusqu'ici ces trois hypothèses sont possibles, bien que celle qui repose sur la paralysie des nerfs vaso-moteurs soit la plus probable.

» Pour dégager l'inconnue, j'ai eu recours à la méthode de M. Claude Bernard (1). Sur un chien, auquel je venais de lier la veine cave inférieure, j'ai ouvert le canal vertébral et j'ai coupé, du côté gauche seulement, les trois dernières paires lombaires et les paires sacrées. Le membre abdominal gauche, bien que complétement paralysé du mouvement et du sentiment, ne présenta pas d'œdème; il n'y eut pas non plus de ce côté d'élévation de la température. Le chien succomba quinze heures après l'opération. A l'autopsie on n'observa pas d'infiltration du tissu conjonctif.

» Chez un autre chien, après avoir lié la veine cave inférieure, on coupa la moelle épinière au-dessus du renflement lombaire. Il y eut une paraplégie complète. L'animal vécut vingt heures. Le tissu conjonctif des membres paralysés ne fut pas infiltré.

» Ces deux dernières expériences démontrent que ce n'est ni la paralysie des nerfs sensitifs, ni celle des moteurs volontaires qui, dans les expériences précédentes, a provoqué l'hydropisie.

» Des faits qui sont exposés dans cette Note, il résulte que, chez le chien, la ligature des veines ne produit pas l'œdème; mais qu'à la suite de l'oblitération des veines l'hydropisie est produite par la section des nerfs vasomoteurs. Il en serait probablement de même chez l'homme, et dès lors on comprend quelle importance prendront ces expériences quand les médecins les appliqueront à l'étude clinique des hydropisies.

» Je laisse à d'autres le soin de poursuivre ces applications à la médecine clinique, et je me propose, dans une prochaine Communication, de pré-

---

(1) *Loc. cit.*

senter le résultat de mes recherches sur les lésions du tissu conjonctif dans les œdèmes produits par la ligature des veines et la section des nerfs vaso-moteurs.

» Les expériences contenues dans ce travail ont été faites dans le laboratoire de médecine expérimentale du Collége de France. »

PHYSIOLOGIE. — *Quelques observations sur le travail de* M. Ranvier; *par* **M. Bouillaud**.

« J'applaudis autant que personne aux expériences dont M. le Président vient de faire part à l'Académie; mais je ne saurais accepter quelques-unes des conclusions de l'auteur de ces expériences. Je signalerai particulièrement celle-ci, savoir : que, sous l'influence de la ligature de la veine cave inférieure chez les animaux, l'œdème des membres abdominaux ou postérieurs se produit dans certains cas et ne se produit pas dans d'autres, bien que dans les uns comme dans les autres, le cours du sang soit également intercepté. Or, comme je l'ai déjà tant de fois affirmé, j'affirme encore aujourd'hui, sur l'autorité d'expériences plusieurs fois répétées, et de je ne sais combien de centaines d'observatious cliniques, recueillies par moi depuis plus de quarante ans, que l'interruption complète et permanente du cours du sang, soit dans la veine cave, soit dans tout autre gros tronc veineux, est constamment suivie d'un œdème plus ou moins abondant dans le tissu cellulaire des parties dans lesquelles ces troncs veineux ont leurs origines, et pour ainsi dire leurs racines.

» M. le Président a bien voulu rappeler ces observations, d'après lesquelles il est généralement reconnu qu'il y a un rapport ou, si l'on veut, une *loi* de cause à effet, entre l'*oblitération des veines* et cet ordre des hydropisies, qu'on avait jusque-là désignées sous le nom de *passives*, et attribuées à une *débilité* des vaisseaux lymphatiques (Pinel). Il existe bien réellement, il importe de le répéter, un ordre d'hydropisies (les œdèmes sont compris dans cette dénomination), dont la cause *essentielle*, *formelle*, consiste en un obstacle *matériel* : oblitération, compression, etc., au cours du sang dans les troncs veineux.

» Soutenir aujourd'hui qu'il n'en est pas ainsi, en présence de toutes les preuves *démonstratives* qui en ont été données, et si faciles à recueillir chaque jour, ce serait nier une vérité qui, dans son genre, est aussi clairement démontrée que l'égalité des trois angles d'un triangle à deux droits.

» Si maintenant on nous annonce que, pour la production d'un autre

ordre d'hydropisies, il faut l'intervention d'une certaine lésion des nerfs vaso-moteurs, c'est là une tout autre question, très-digne d'attention. Mais, quoi qu'il en soit de ce nouvel élément, il ne peut en résulter aucune atteinte à la doctrine rigoureusement démontrée, dont il vient d'être mention. Cette nouvelle question se rattacherait, sans doute, aux belles expériences de M. le Président de l'Académie sur l'action des nerfs vaso-moteurs. Je ne connais pas encore assez les nouveaux faits de M. Ranvier pour les soumettre à la moindre discussion. Je rappellerai toutefois qu'il s'agit des vaisseaux veineux dans la doctrine que nous avons rappelée plus haut, et que les expériences de M. le Président de l'Académie portent, si je ne me trompe, sur les artères, et non sur les veines. »

M. **Fleury** adresse de Marseille un Mémoire intitulé « La géométrie affranchie du postulatum d'Euclide ».

M. **Zantedeschi** adresse une Lettre accompagnant l'envoi d'une brochure portant pour titre « Emploi de l'armature externe du câble sous-marin, pendant que l'armature interne transmet la dépêche télégraphique ».

M. **Lefrançois** adresse un Mémoire intitulé « Les six époques de la création selon la Bible ».

Ce Mémoire sera soumis à l'examen de M. Ch. Sainte-Claire Deville.

A 5 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures un quart. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 13 décembre 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

Des bromes en agriculture; par M. Besnou. Avranches, sans date; opuscule in-8°.

Analyses de quelques produits sous-marins coralliformes, coquilles et sables utilisés en agriculture; par M. Besnou. Cherbourg, sans date; opuscule in-8°.

Medico... *Transactions médico-chirurgicales publiées par la Société royale de Médecine et de Chirurgie de Londres*, t. LII. Londres, 1869; in-8° relié.

Sulla... *Sur la culture des formes miéliniques (développements divers de la miéline considérée comme point de départ de tout microphyte), résultats des expériences de* MM. B. CRIVELLI *et* L. MAGGI. Milan. 1869; opuscule in-8°.

La lega... *La loi de l'enseignement; par* M. le professeur P. DE NARDI. Milan, 1869; br. in-8°.

Sitzungsberichte... *Comptes rendus des séances de l'Académie impériale des Sciences: classe des Sciences mathématiques et naturelles;* t. LIX, 4e et et 5e liv.; t. LX, 1re liv. Vienne, 1869; 2 vol. in-8°.

Abhandlungen... *Mémoires de la Société silésienne pour la culture nationale : classe des Sciences naturelles et médicales, année* 1868-1869. Breslau, 1869; in-8°.

Sechsundvierzigster... *Quarante-sixième Compte rendu annuel de la Société silésienne pour la culture nationale. Rapport général des travaux et des changements survenus au sein de la Société pendant l'année* 1868. Breslau, 1869; in-8°.

ERRATA.

(Séance du 13 décembre 1869.)

Page 1257, ligne 21, *au lieu de* Sakkarah, *lisez* Saqqarah.

Page 1257, ligne 38, *au lieu de* Beni-Hassan-el-Kadim, *lisez* Beni-Hassan-el-Qadim.

Page 1258, ligne 1, *au lieu de* d'Aamon, *lisez* d'Aamou.

Page 1258, ligne 18, *au lieu de* Elethgia, *lisez* Elethyia.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 DÉCEMBRE 1869.

PRÉSIDENCE DE M. CLAUDE BERNARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. Mathieu présente à l'Académie l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour l'année 1870.

« **M. H. Sainte-Claire Deville** fait observer que l'*Annuaire du Bureau des Longitudes,* tel qu'il est aujourd'hui rédigé, est un ouvrage qui peut être utile dans un laboratoire de chimie.

» La comparaison des corps à leurs divers états exige la connaissance de leur coefficient de dilatation, de leur densité et de leur chaleur spécifique.

» Le coefficient de dilatation des corps déterminé par la méthode si précise de M. Fizeau, permet aujourd'hui un certain nombre de calculs intéressant les chimistes; et je leur recommande vivement cette source de renseignements précieux. Il en est de même des densités observées par M. Damour, avec l'habileté et l'exactitude qui distinguent tous ses travaux. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Note sur les essais d'acclimatation du quinquina officinal à l'île de la Réunion; par* M. LE GÉNÉRAL MORIN.

« Dans une Communication qu'il faisait à l'Académie, le 26 mars 1866, notre confrère M. Decaisne, après lui avoir présenté des graines de quinquina officinal, qui lui avaient été envoyées par M. le Dr Hooker, directeur des Jardins royaux de Kew, et qui provenaient des arbres à quinquina introduits à l'île de Ceylan par le gouvernement anglais, exprimait le vœu que de semblables essais de propagation de cet arbre, si utile à l'humanité, fussent entrepris dans les jardins d'acclimatation de nos colonies.

» Les divers essais faits dans les colonies anglaises, et en particulier ceux qui avaient réussi dans l'Himalaya, à des altitudes de 600, 850, 1100, 1400 et 1800 mètres, ceux des Hollandais à Java, où, dès l'année 1866, il y avait plus de 1 100 000 pieds de quinquina vivants, me firent penser que, malgré quelques insuccès antérieurs, il y avait lieu d'en tenter de nouveaux à l'île de la Réunion, dont la constitution géologique offre des altitudes variées, depuis le niveau de la mer jusqu'à celle des neiges perpétuelles.

» A cet effet, je me concertai avec M. Decaisne, qui voulut bien mettre à ma disposition quelques graines que j'envoyai immédiatement à mon fils, habitant de la Réunion, en l'engageant à s'occuper de suite de cette reproduction importante, et à s'entendre avec M. le Dr Vinson, bien connu de l'Académie par de savants travaux d'histoire naturelle. Mais craignant, à tort heureusement, que ces graines n'eussent déjà perdu leurs propriétés germinatives, j'eus recours à l'obligeante intervention de M. Warren de la Rüe et à celle du consul de France à Ceylan, ainsi qu'à M. Béhic, directeur de la Compagnie des Messageries impériales, pour faire expédier directement des graines nouvelles à la Réunion.

» Dès le mois de juin de la même année, on m'annonçait que les premiers semis avaient réussi, et l'on m'en envoyait pour preuve de jeunes pousses.

» Les tentatives de reproduction faites avec ces diverses graines, et avec d'autres que le Ministère de la Marine avait expédiées, ont subi des phases diverses, par suite de circonstances plus ou moins contraires. Mais, aujourd'hui, le succès de la naturalisation du *Cinchona officinalis*, à l'île de la Réunion, paraît assuré, et il y a lieu d'espérer que, dans un avenir assez prochain, il pourra devenir une nouvelle source de richesse pour cette colonie.

» L'extrait suivant d'une Lettre de M. le Dr Vinson, datée du 25 septembre dernier, mais que je viens seulement de recevoir, ne me paraît laisser aucun doute à cet égard.

Extrait de la Lettre de M. le Dr Vinson, *de la Réunion.*

Je n'ai point perdu de vue vos recommandations à l'égard de l'acclimatation à l'île de la Réunion du quinquina officinal. De tous les envois de graines faits par vous, par M. le Ministre de la Marine et des Colonies et par les ordres de M. Béhic, le premier est le seul qui ait réussi à nous fournir des graines douées de la faculté germinative.

Le semis fait en mai m'avait donné une série de plants nombreux. Je les avais relevés dans de petites caisses séparément par pieds. N'ayant point encore toute l'expérience voulue, je les ai laissé surprendre dans les terrains bas par les premières chaleurs. Beaucoup ont péri instantanément du jour au lendemain, dans leur pleine vigueur. Ces plants avaient déjà 12 à 20 centimètres de hauteur et de larges feuilles bien venues. J'ai fait transporter immédiatement alors les plants restants sur une altitude de 1200 mètres, à Salazie et à l'Ilette à Guillaume, dans l'intérieur de nos forêts. Ces plants sauvés ont aujourd'hui 4 à 5 mètres d'élévation, dépassent en végétation toutes les plantes indigènes qui les avoisinent et marquent que le succès est décisif.

J'espère que, dans peu, ces quinquinas sauvés ainsi et prospérant de la sorte nous donneront de quoi ensemencer toute l'île. Les feuilles sont si larges, que je n'ai pu en placer une au fond de mon chapeau.

De loin, vous et M. Decaisne aurez doté l'île de la Réunion de cette conquête bienfaisante; de près, votre fils et moi nous aurons servi vos intentions, en les exécutant avec un plein succès. C'est ce que la Société d'Acclimatation a déjà compris en nous dotant l'un et l'autre d'une médaille d'argent.

» L'Académie peut juger, par les succès que M. le Dr Vinson a obtenus en moins de trois ans et demi, et pour ainsi dire sans frais, combien la nature du climat, celle du sol et sa configuration montagneuse paraissent favorables à l'acclimatation du *Cinchona officinalis*, et quels heureux résultats on est en droit d'attendre de ses efforts, pour peu qu'ils soient aidés par le gouvernement colonial et secondés par d'intelligentes initiatives privées. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Note accompagnant la présentation du* Bulletin météorologique de l'Observatoire de Montsouris; *par* **M. Ch. Sainte-Claire Deville.**

« J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie la Collection du *Bulletin de l'Observatoire météorologique de Montsouris*, pour tout le mois de novembre et jusqu'au 27 décembre 1869.

» Dans quatre jours, et avec la fin de l'année, les sept premiers mois de

cette publication seront terminés. Mais, avant de commencer notre seconde année, nous sommes heureux de constater, devant l'Académie, les progrès de notre institution naissante.

» Dès le 1er décembre, l'Observatoire a pu, grâce à l'active coopération de M. l'ingénieur en chef Alphand et de M. l'architecte en chef Davioud, prendre possession, dans le parc de Montsouris, de la construction généreusement donnée au Ministère de l'Instruction publique par l'Administration municipale. Les instruments sont, dès maintenant, installés dans le local qu'ils doivent occuper définitivement.

» Les Communications, aussi exactes qu'empressées, de M. le Dr Bérigny, de MM. Belgrand et Lemoine, ingénieurs chargés du service des eaux, et de M. Pelletier, chef des affaires municipales, nous ont permis de publier, chaque jour, toutes les données relatives aux stations municipales et circumparisiennes, aux eaux de la Seine et d'Arcueil, aux mortalités comparées des villes de Paris et de Londres, etc.

» En outre, depuis le 19 octobre, et avec l'autorisation de M. le Ministre de la Marine, notre *Bulletin* contient, chaque jour, les éléments météorologiques observés, le matin même, dans les six principaux postes sémaphoriques échelonnés sur nos côtes, depuis le cap Gris-Nez (entre Boulogne et Calais) jusqu'au cap Sicié (Toulon), ainsi que les dépêches expédiées journellement par le *Meteorological Office* de Londres.

» Enfin, le même Ministre a chargé, sur notre demande et avec le bienveillant concours de M. Robert H. Scott, Directeur du *Meteorological Office*, M. le capitaine de frégate de Verneuil de réorganiser le service météorologique de ces six stations maritimes : et tout me fait espérer que, dès le mois de janvier prochain, la France possédera, sur ses côtes, un système d'observations aussi complètes et aussi exactes qu'on puisse le désirer.

» L'Académie comprendra aisément qu'il eût été impossible d'obtenir ces résultats, si M. Bourbeau, Ministre de l'Instruction publique, appréciant tout ce que recèle d'avenir et d'utilité pratique l'œuvre entreprise par son prédécesseur, ne lui avait, dès le début, prodigué ses encouragements, et fourni les moyens matériels d'exécution, en attendant que le Conseil d'État et le Corps législatif aient porté au budget de 1871 la somme nécessaire pour la constituer régulièrement.

» Je dois, enfin, un remercîment aux savants français et étrangers qui nous ont donné des preuves de bienveillance (1), mais je veux faire ici une

---

(1) Parmi ces derniers, je citerai MM. les professeurs Newton et Lyman, de Newhaven;

mention toute spéciale de M. Dollfus-Ausset, de Mulhouse, bien connu dans la science par la station météorologique qu'il a établie, à ses frais, au col de Saint-Théodule, au pied du Mont-Rose, et qui a mis généreusement une somme de mille francs à la disposition du nouvel Observatoire.

» Grâce à tous ces encouragements, venus de points si divers, et qui montrent combien notre œuvre naissante répond à un besoin réel et bien senti, le Président de la Commission a l'espoir que, dès le mois de janvier prochain, des progrès notables s'accompliront, aussi bien dans les observations de Montsouris que dans ses publications. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur la présence de la potasse et de la soude dans les diverses parties des végétaux.* Extrait d'une Lettre de **M. Is. Pierre** à M. Peligot.

« Permettez-moi, avant d'entrer dans la question, de rappeler les conditions dans lesquelles ont été faites mes recherches sur les blés :

» 1° J'avais constaté, dès 1850 et 1851, qu'il existe, dans nos terres de la plaine de Caen, une proportion notable de sel marin;

» 2° J'avais constaté, en 1851 et 1852, que les eaux pluviales de Caen apportaient à nos terres une proportion notable de ce même sel.

» Dans de pareilles conditions, il eût été bien étonnant que les plantes récoltées sur ces terres n'en continssent pas sous une forme quelconque. Les résultats principaux de mes études, bien qu'il n'entrât pas dans mes prévisions d'aborder spécialement cette question, peuvent se formuler ainsi :

» Dans les *épis entiers*, la *quantité totale de potasse va constamment en croissant depuis l'épiage jusqu'à la maturité*.

» *Le poids total de soude contenue dans ces mêmes épis*, beaucoup moins considérable d'ailleurs, *n'éprouve que des variations de peu d'importance* pendant le même laps de temps.

» *C'est dans le rachis, et surtout dans les balles*, que se trouve la *presque totalité de la soude de l'épi; le grain n'en contient que des quantités insignifiantes*.

» Par l'examen détaillé des différentes parties de la tige, on y voit *la quantité totale de potasse augmenter à mesure qu'on s'élève vers l'épi,* tandis que le *mouvement inverse s'observe à l'égard de la soude,* comme si les parties

---

l'Amiral Sandy, de l'Observatoire de Washington; M. Plantamour, notre savant Correspondant de Genève; M. Jelinek, Directeur de l'Institut météorologique d'Autriche; le Général Sabine, Président de la Société Royale de Londres, etc.

les plus parfaites de la plante, celles qui paraissent plus spécialement chargées de transmettre à la graine les matériaux de sa nutrition, faisaient entre ces deux substances un triage pour séparer la potasse qu'elles retiennent au profit du grain, en renvoyant la soude dans les diverses parties de la tige.

» Je ne distinguerai pas ici la soude encore retenue dans les vaisseaux ou dans les tissus des diverses parties de la tige de celle qui a été rejetée près de la surface, par un appel auquel l'évaporation contribue puissamment; c'est une distinction très-délicate et sur laquelle je me proposais de revenir, lorsque vos intéressantes recherches sont venues prendre une avance dont je me garderai bien de me plaindre.

» J'avais été conduit, dès l'année 1864, à conclure, dans une séance de la Société linnéenne de Normandie, que la potasse doit jouer, dans le développement du blé, un rôle beaucoup plus important que celui de la soude, surtout pendant la dernière période de la végétation de cette plante :

» 1° Parce que la graine, qui contient une notable quantité de potasse, ne contient guère que des traces de soude;

» 2° Parce que les courbes qui représentent, dans les parties principales de la plante, la marche des variations du poids total de la potasse, présentent, dans leurs formes et dans leurs allures, un air de famille avec celles qui représentent, dans les mêmes parties, la marche des variations du poids total de l'azote et de l'acide phosphorique, tandis qu'on n'observe plus rien de régulier lorsqu'il s'agit de la soude.

» En dehors de cette étude spéciale, mes idées sont parfaitement arrêtées, depuis plus de vingt ans, sur le peu d'utilité à retirer, dans notre plaine de Caen, de l'emploi du sel sur les terres; sous ce rapport, nous sommes donc à peu près d'accord.

» Quant à l'état physiologique des composés sodiques dans les plantes, le peu que j'en sais me porte à croire que, dans les plantes mûres, la majorité ne résisterait pas à un lavage méthodique à l'eau distillée froide; aussi ne serez-vous pas étonné d'apprendre que, dans mes expériences de 1863, 1864, le poids total de ces composés a diminué d'environ 40 pour 100 pendant la dernière quinzaine de la végétation, tandis que le poids des composés potassiques n'a pas éprouvé de diminution sensible. »

RAPPORTS.

MINÉRALOGIE. — *Rapport verbal sur un ouvrage imprimé de* M. de Kokscharow, *intitulé:* Materialien zur Mineralogie Russlands; *par* **M. Delafosse.**

« J'ai été chargé de rendre compte à l'Académie d'un travail considérable publié par M. de Kokscharow, ingénieur en chef au Corps impérial des Mines de Russie et Membre dè l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg. C'est de cette obligation que je vais essayer de m'acquitter en ce moment.

» L'ouvrage, écrit en allemand, a pour titre : *Materialien zur Mineralogie Russlands* (Matériaux pour la Minéralogie de la Russie). Bien que cet ouvrage, qui a été adressé à l'Académie par livraisons successives, ne soit point encore terminé, sa publication est suffisamment avancée pour qu'on puisse dès maintenant en apprécier toute la valeur.

» On se ferait une idée très-fausse de l'importance de cette publication, si l'on croyait que son auteur a eu simplement pour objet de former le Catalogue complet des différentes espèces et variétés de minéraux qu'on trouve en Russie, en se bornant à donner de chacune d'elles une description sommaire, et à reproduire, pour les espèces déjà connues, les déterminations des minéralogistes étrangers.

» M. de Kokscharow, quand il a entrepris cet ouvrage, s'est proposé un but plus élevé, et qui devait rendre son travail beaucoup plus utile à la science : il a voulu mettre à profit les richesses minérales que renferment les collections de Saint-Pétersbourg pour refaire à nouveau, sur des échantillons d'élite, une étude complète des grandes espèces par tous les moyens dont la science dispose aujourd'hui, ou seulement pour réviser avec soin les déterminations des autres espèces, afin d'être à même de les confirmer, et au besoin de les rectifier.

» Chacune de ses descriptions est précédée de la caractéristique générale de l'espèce. Afin de l'établir sur des bases solides, il s'est appliqué à déterminer avec le plus grand soin les valeurs les plus probables des angles de la forme primitive, par une discussion approfondie de ses propres mesures et de celles des minéralogistes les plus célèbres; ne voulant point emprunter à d'autres ouvrages les figures des formes cristallines, il a remis en projection toutes celles des formes simples et des combinaisons qu'il a observées; il a mesuré enfin et de plus calculé toutes les inclinaisons de leurs faces. On doit le louer d'avoir eu assez de courage et de persévérance pour refaire en-

tier ces longs calculs; c'était le seul moyen d'éviter les discordances qu'on ne rencontre que trop souvent dans les ouvrages de ce genre, quand leurs auteurs se bornent à donner les valeurs d'angles observées ou calculées par d'autres minéralogistes, sans se soucier de les mettre en rapport avec les données fondamentales.

» Pendant qu'il préparait les premières livraisons de ses *Matériaux*, M. de Kokscharow avait publié séparément, dans le *Recueil de la Société minéralogique de Saint-Pétersbourg* et dans les *Annales de Poggendorf*, plusieurs Mémoires dont la substance devait être insérée dans le premier volume de son ouvrage. Entre autres espèces ou variétés nouvelles étudiées par lui dans ces Mémoires, je citerai la Bagrationite, la Chlorite et le Clinochlore d'Achmatowsk, la Brookite de l'Oural, l'Ouralorthite, la Chiolithe, la Kœmmerétite, etc. Mais, à compter de l'apparition des premières livraisons du second volume, tous les travaux particuliers de l'auteur ont été réservés pour l'ouvrage dont nous rendons compte, où ils forment une nombreuse série de Mémoires originaux.

» Dans l'intérêt de sa grande publication, M. de Kokscharow a cru devoir même y comprendre les résultats de ses études sur les minéraux étrangers à la Russie; mais, dans ce cas, des figures en bois sont ajoutées au texte, de sorte que l'Atlas, qui forme une partie importante de cette publication, demeure exclusivement réservé aux minéraux cristallisés de la Russie.

» Si l'on songe à l'immense étendue des régions que comprend l'empire russe, on sentira qu'il y a bien des chances pour rencontrer dans ce vaste pays le plus grand nombre des minéraux aujourd'hui connus. Aussi déjà près de deux cents espèces ont été décrites par l'auteur dans les cinq premiers volumes de son ouvrage, et figurées dans un Atlas qui se compose actuellement de quatre-vingt-treize planches grand in-4°. C'est donc un travail d'une immense étendue et d'une importance considérable, que celui que nous signalons en ce moment à l'attention de l'Académie, et qui a demandé à son auteur plus de quinze années d'études non interrompues.

» M. Kokscharow n'a pas cru devoir suivre dans cet ouvrage un ordre méthodique. Il a pris le parti de décrire les espèces, au fur et à mesure que lui parvenaient les échantillons de chacune, les plus propres à lui fournir de bons résultats d'observations. Et comme les découvertes de variétés nouvelles se répétaient assez fréquemment pendant la longue durée de son travail, il en a tenu compte en ajoutant successivement aux articles fondamentaux des appendices, au moyen desquels l'ouvrage se complétait de manière à être toujours au courant des dernières découvertes.

» Parmi les articles remarquables par les développements que l'auteur a su leur donner, nous citerons particulièrement ceux de l'Idocrase, du Béryll, de l'Euclase, de la Topaze, du Pyroxène, de l'Épidote, de l'Orthose, de l'Anorthite, et de la Linarite. Quelques-uns de ces articles sont des monographies très-complètes, qui ont exigé un travail énorme. L'auteur s'y livre à une discussion des mesures d'angles, qu'il a obtenues sur un grand nombre de cristaux, en ayant recours au principe des répétitions, et à la combinaison des moyennes de plusieurs séries d'observations par la méthode des moindres carrés. Dans l'article du Pyroxène, par exemple, il a mesuré jusqu'à soixante-quinze cristaux différents.

» Des mesures prises avec ce soin scrupuleux, lui ont permis d'examiner, dans cette espèce et dans plusieurs autres, la question de savoir si, comme l'ont prétendu quelques cristallographes, il est possible de ramener à des axes rectangulaires les formes des cristaux qui appartiennent aux deux derniers systèmes.

» Dans d'autres espèces, M. de Kokscharow s'est proposé d'étudier les limites de grandeur des anomalies dans les angles des cristaux, en tant qu'elles proviennent de petites perturbations dans l'agrégation cristalline. Il s'est servi, pour mesurer les angles avec une grande précision, d'un excellent goniomètre de Mitscherlich, avec une ou deux lunettes. Il n'a trouvé le plus souvent que 1 à 4 minutes d'écart dans les valeurs d'angles qui devraient être égaux d'après la symétrie. Dans des cas assez rares, les variations s'élevaient jusqu'à 8 à 10 minutes.

» Cette question a été surtout complétement élucidée dans un ouvrage spécial, que l'auteur a publié en 1865, sous le titre de : *Vorlesungen über Mineralogie*, ouvrage qui se rattache à l'œuvre qui nous occupe en ce sens que l'auteur l'a destiné surtout à lui servir d'introduction pour les personnes peu familiarisées avec les méthodes cristallographiques dont il a fait usage; et aussi parce qu'on y trouve résumées ses opinions sur les questions les plus importantes, traitées par lui dans le cours de ses recherches, notamment sur celle que Scacchi a soulevée récemment, et qu'il a désignée sous le nom de *Polyédrie* des faces cristallines.

» A l'article de l'Idocrase, M. de Kokscharow discute pareillement les opinions de Breithaupt, touchant les différences que ce minéralogiste croit avoir reconnues dans les inclinaisons sur l'axe vertical des diverses faces, appartenant à une même pyramide tétragonale ou hexagonale, et il est amené par ses propres observations à nier l'existence de ce fait.

» L'analyse qui précède nous paraît démontrer surabondamment toute

l'importance de l'œuvre entreprise par M. de Kokscharow. Nous sommes en droit d'affirmer qu'il a rendu à la science les plus signalés services, en publiant un ouvrage d'une aussi grande valeur, qui atteste le profond savoir de son auteur, et lui assigne une place distinguée parmi les plus habiles cristallographes de notre époque. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Feil adresse à l'Académie des échantillons de flint lourd (verre de Faraday), obtenus par un procédé nouveau : ce procédé permet d'avoir ce verre en masses de 25 à 35 kilogrammes, parfaitement pures, homogènes et sans fils. Les creusets ayant pu être garantis contre les attaques du plomb, on peut même arriver à dépasser la densité des verres de Faraday.

M. Feil soumet également au jugement de l'Académie des échantillons de diverses pierres précieuses artificielles, telles que des émeraudes, des saphirs, des spinelles blancs et teintés, et enfin une pierre d'un bleu violacé, très-riche de ton et d'un éclat dépassant celui des plus belles améthystes (1). La pureté et l'éclat de ces pierres sont presque supérieurs à ceux des pierres fines; leur dureté est presque égale. L'auteur espère que ses procédés, en permettant de reproduire artificiellement des pierres fines, fourniront aussi aux physiciens la possibilité d'étudier les propriétés optiques de combinaisons nouvelles. Il se propose de faire, pour les *flints*, des aluminates de chaux, de chaux et de baryte, de plomb, de bismuth, etc.; pour les *crowns*, des aluminates de magnésie, des silicates de magnésie et d'alumine, etc.

(Commissaires : MM. Chevreul, Dumas, Becquerel, Daubrée, Fizeau, H. Sainte-Claire Deville.)

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur la production de quelques pierres précieuses artificielles.* Note de **M. M.-A. Gaudin**, présentée par M. Becquerel (2).

(Commissaires : MM. Chevreul, Dumas, Becquerel, Daubrée, Fizeau, H. Sainte-Claire Deville.)

« Depuis bien longtemps, je me proposais de présenter à l'Académie une petite collection de pierres précieuses artificielles, pour l'ajouter aux

---

(1) Ces résultats sont consignés dans des lettres adressées à M. Dumas et datées, l'une du 23 novembre, l'autre du 22 décembre.

(2) Cette Note avait été remise, par l'auteur, à M. Becquerel, il y a plusieurs semaines, pour être présentée à l'Académie.

produits de laboratoire similaires qui figurent déjà au Muséum d'Histoire naturelle : c'est ce que je fais aujourd'hui.

» Ces pierres sont intermédiaires, pour la dureté, entre le stras et les véritables pierres précieuses; elles ont, en grande partie, l'éclat et la résistance à l'usure de ces dernières; en un mot, elles possèdent un certain degré de fin.

» Jusqu'à ce jour, il ne m'a pas été possible de produire des pierres *orientales* transparentes, c'est-à-dire *exclusivement à base d'alumine*, à cause de la tendance excessive de cette substance à se dévitrifier. En outre, l'alumine ne fond qu'à une très-haute température : sans passer jamais par un état pâteux, elle devient tout à coup *fluide comme de l'eau*, se met en ébullition en lançant des étincelles, puis se *vaporise* et disparaît rapidement comme du camphre.

» Pour donner de la ductilité à l'alumine, il faut absolument y ajouter une très-forte proportion de silice, qui l'empêche de cristalliser; mais alors la dureté du composé se trouve considérablement diminuée; bien qu'approchant de celle du cristal de roche, elle ne peut jamais l'atteindre sans passer, par le refroidissement, à l'état pierreux : phénomène qui se produit de préférence sur de grandes masses dans des creusets.

» Par l'emploi du chalumeau oxyhydrique sur un support de charbon, il est plus facile d'éviter cet inconvénient; mais il s'en présente alors un autre, c'est la formation des *bulles*, qui se renouvellent, pour ainsi dire, d'une façon indéfinie et restent souvent emprisonnées dans la masse visqueuse.

» La coloration des pierres présente encore d'autres difficultés, parce que, sous le dard de ce puissant chalumeau, les conditions sont tout autres que dans les creusets. Par exemple, on ne peut employer comme principe colorant aucun des composés contenant de l'or, de l'argent, du palladium ou autres métaux précieux, ces métaux étant immédiatement révivifiés. Le cuivre participe un peu de cette propriété, mais, à force d'art, on en fait un protée dont on tire toutes les nuances imaginables.

» Ce qui étonnera bien des chimistes, c'est que le manganèse et le nickel donnent constamment, l'un et l'autre, la nuance du *jaune orangé*.

» Le chrome donne, au feu de réduction, un bleu céleste un peu verdâtre, et au feu d'oxydation un vert sombre, pour ainsi dire *enfumé*, qui n'est que l'*ombre* du vert émeraude, lequel vert se produit seulement avec le cuivre à un feu d'oxydation tout spécial.

» Les échantillons que je présente sont :

» 1° Un cabochon d'une teinte opaline perlée;

» 2° Un autre cabochon d'une teinte opaline intense ou bleu turquoise;

» 3° Une bulle brute d'une teinte bleu-verdâtre, ordinaire à l'aigue marine, légèrement dévitrifiée en-dessous;

» 4° Un saphir bleu;

» 5° Un rubis spinelle coloré à l'or, dans un creuset au grand feu;

» 6° Une émeraude claire;

» 7° Une topaze jaune-paille;

» 8° Une topaze d'un jaune brun très-riche;

» 9° Une grosse aigue marine taillée en ovale;

» 10° Une petite émeraude très-foncée;

» 11° Un échantillon imitant le diamant incolore;

» 12° Un péridot.

» Mon prochain envoi consistera en bulles très-alumineuses *dévitrifiées* à divers degrés, qui montreront des phénomènes de cristallisation très-intéressants. »

ZOOLOGIE. — *Étude morphologique des Mollusques* (premier Mémoire : *Gastéropodes*); *par* **M. Lacaze-Duthiers.** (Extrait par l'Auteur.)

« L'un des types des Mollusques le plus difficile à réduire à un schéma théorique est sans contredit celui du Gastéropode. Je me propose de montrer qu'en prenant les rapports des organes et du système nerveux, il est toujours possible de ramener les diverses formes à un plan unique.

» Réduisons le corps du Gastéropode, pour plus de simplicité, à quatre parties : la *tête*, le *pied*, la *masse viscérale* et le *manteau*. Déroulons le corps d'une espèce à coquille turbinée et nous aurons au-dessous de la tête, en arrière et en bas du pied, un cône renversé renfermant les viscères (1).

» Les rapports de ces parties sont essentiellement variables. Ainsi, la tête est souvent éloignée de la masse viscérale par un véritable cou. Quant au manteau, sa morphologie est difficile.

» L'étude de l'embryon de l'Ancyle permet de reconnaître avec facilité cet organe dès son origine. En effet, sur le globe embryonnaire, la tête s'accuse d'abord par la formation de la bouche. Bientôt deux disques, limités par un bourrelet circulaire, se montrent l'un auprès, l'autre à l'opposé de la

(1) Pour s'entendre, l'animal est supposé la tête en haut, le pied en avant, le sommet du tortillon et le manteau en arrière et en bas.

bouche. Le premier est le pied, le second le manteau. A ce moment l'Ancyle représente l'être idéal avec les quatre parties principales.

» En partant de cet état on peut faire varier les formes, et expliquer les modifications du type Gastéropode.

» Mais d'abord, pour avoir une idée nette du manteau, que l'on suppose le disque embryonnaire d'où il dérive éminemment élastique et extensible, que l'on admette encore une traction opérée sur son centre et dirigée en arrière, et l'on obtiendra un cône renversé dont le sommet sera le point d'application de la force de traction, et la base la partie du corps limitée par le bourrelet circulaire du disque primitif. Les viscères pénétreront par entraînement dans le cône ainsi formé, mais le pied et la tête resteront en dehors. Ces quatre parties seront déformées, mais leurs rapports resteront constants.

» Il est alors facile de se rendre compte de quelques formes très-différentes en apparence. Par exemple : dans les Limaces, le pied s'accroît assez en bas pour loger les viscères, et le manteau ne forme plus qu'un petit disque, un bouclier en arrière; dans les Testacelles, les Bullées, le pied suit le cou dans son développement excessif, et le manteau reste rudimentaire au bas du corps; dans les Aplysies, le pied et le cou se développent beaucoup en haut, mais le pied s'accroît encore assez dans sa partie inférieure pour recouvrir de ses deux lobes le dos et même le manteau, avec lequel on le confond à tort.

» Le *critérium* que je propose permet de déterminer les parties homologues.

» Quatre groupes de ganglions nerveux caractérisent le Mollusque en général, et le Gastéropode en particulier : ce sont d'abord le *stomato-gastrique*, les ganglions *cérébroïdes* et les ganglions *pédieux*.

» Le quatrième groupe, intermédiaire aux deux derniers, toujours placé un peu en arrière et au bas du centre pédieux, est *asymétrique*, c'est-à-dire formé d'un nombre impair de ganglions, le plus souvent cinq. Il caractérise le type Gastéropode, et, moins la tête, le cou, le pied et les viscères, il innerve tous les organes.

» Le nom qui désignerait le mieux ses rapports serait celui de *branchio-cardio-palléo-génital*, mais je l'appellerai plus simplement *centre moyen* ou *inférieur*.

» Il varie beaucoup : tantôt il forme un anneau fort petit, tantôt un arc extrêmement long qui semble modifier et changer tous les rapports. Ainsi dans les Limnées, les Planorbes, les Ancyles, quoique ses glanglions soient

un peu disjoints, il est très-rapproché des autres centres. De même, dans les Hélices, les Testacelles, les Limaces, etc., ses cinq ganglions reposent sur le centre pédieux et sont tellement unis à lui par un tissu conjonctif commun qu'on les a décrits comme étant les *ganglions pédieux postérieurs* (1).

» Dans les Aplysies, les Bullées, tous les Pectinibranches, les Haliotides, les Cyclostomes, la commissure qui unit les ganglions inférieurs est longue et contournée, et les parties homologues sont difficiles à reconnaître. Malgré cela, les connexions générales restent constamment fixes.

» Relativement au manteau, voici des faits qui ne laissent aucun doute. Par de nombreuses dissections des types les plus différents, je crois pouvoir établir que cette partie du corps est innervée exclusivement par le centre inférieur, et que dès lors on peut la définir ainsi : *Tout repli, ou partie cutanée du corps du Gastéropode recevant des nerfs du centre inférieur ou asymétrique, est ou le manteau ou une dépendance du manteau.* Les formes du repli palléal peuvent varier à l'infini, leurs connexions jamais. Comment, d'après cela, considérer dans l'Aplysie les deux grands lobes qui remontent en arrière et de chaque côté sur son dos comme étant des dépendances du manteau, leurs nerfs venant tous des ganglions pédieux? Ces lobes sont le pied lui-même; ils servent à la natation.

» Le bouclier dorsal des Limaces est le manteau fort peu développé; il reçoit tous ses nerfs du centre inférieur, et la partie qui s'allonge au bas du corps et loge les viscères est le pied, car elle tire ses nerfs du centre antérieur.

» De même, chez les Testacelles, c'est la partie supérieure du cou et du pied qui se développe et loge les organes. Les connexions des nerfs montrent le manteau réduit à cette partie inférieure que recouvre la coquille.

» Ces exemples suffisent pour prouver l'utilité du principe qui nous conduira à un schéma unique, véritable archétype théorique et idéal du Gastéropode. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les mouvements généraux de l'atmosphère.* Mémoire de **M. Peslin**, présenté par M. Daubrée. (Extrait par l'Auteur.)

(Commissaires : MM. Le Verrier, Faye, Daubrée.)

« Le Mémoire que j'ai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie a pour objet l'étude des relations qui existent entre la direction et l'in-

(1) Fischer et Gassies, *Histoire des Testacelles.*

tensité des courants atmosphériques, et les variations de la pression barométrique.

» La théorie mécanique du mouvement des fluides conduit à une équation fort simple entre les valeurs de ces éléments, dans le cas où la direction et l'intensité du courant sont constantes et ne sont pas altérées par la rotation diurne de la Terre. Cette équation permet de rendre compte des lois qui résultent de l'ensemble des observations consignées dans les cartes synoptiques de l'Observatoire impérial.

» La même équation donne l'explication : 1° de la variation, suivant la latitude, de la pression barométrique rapportée au niveau de la mer; 2° de l'accroissement rapide de l'oscillation barométrique mensuelle, à mesure qu'on s'éloigne de l'équateur. Elle fournit un moyen de calculer les intensités des courants atmosphériques, d'après l'espacement des courbes d'égale pression barométrique.

» Appliquée aux grands courants marins, elle démontre que ces courants donnent naissance à une variation appréciable du niveau des mers, dans le sens transversal à leur direction. »

M. Ch. Dupuis adresse la description d'un « nouveau levier hydraulique ».

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. Hérouzet prie l'Académie de vouloir bien lui faire connaître son opinion sur les procédés de sériciculture qu'il a soumis à son appréciation.

(Renvoi à la Commission de sériciculture.)

M. Blondlot adresse de Nancy, pour le concours des prix de Médecine et de Chirurgie, un certain nombre de Mémoires de toxicologie, publiés par lui à diverses époques, avec une analyse manuscrite sommaire de ces Mémoires.

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

M. P. Levère adresse une Note concernant « l'impaludisme ».

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

CORRESPONDANCE.

M. Élie de Beaumont, en communiquant à l'Académie une Lettre annonçant la mort de *M. Erdmann*, de Stockholm, s'exprime comme il suit :

« M. Axel Erdmann s'est surtout occupé de la constitution géologique de la Suède. Il était depuis 1858 à la tête de la Commission d'ingénieurs chargée de dresser et de publier la *Carte géologique détaillée* de la Suède à l'échelle du 50 000e, dont plus de trente feuilles ont déjà paru. Outre les Notices imprimées qui accompagnent chaque feuille, on doit à M. Erdmann plusieurs Mémoires spéciaux, dont l'un des plus récents est relatif au terrain erratique de la Scandinavie. »

La Légation des Pays-Bas adresse de nouvelles feuilles de la Carte géologique de cette contrée.

M. le Directeur général des Douanes adresse un exemplaire de la première Partie du Tableau décennal du commerce de France avec ses colonies et avec les puissances étrangères, pour la période de 1857 à 1866. La seconde Partie paraîtra prochainement.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le « Dictionnaire des arts et manufactures » de *M. Laboulaye* (complément de la 3e édition) : ce volume contient, en particulier, des articles sur la chaleur, qui présentent un intérêt spécial à cause des progrès récents de cette partie de la science, et des études particulières de l'auteur sur ce sujet important.

2° Un volume de *M. Simonin*, ayant pour titre « Les pierres, études lithologiques ».

3° La traduction de l'ouvrage de *MM. Neubauer et Vogel*, intitulé « De l'urine et des sédiments urinaires ». L'ouvrage est précédé d'une introduction de *M. Frésenius* : cette traduction a été faite par *M. L. Gautier*, sur la 5e édition allemande.

4° Une brochure de *M. Alex. Naumann*, imprimée en allemand et ayant pour titre « Principes de thermochimie ». Ce volume contient les documents qui peuvent intéresser les chimistes, dans cette partie importante de la science moderne.

5° Une brochure de *M. Tholozan*, ayant pour titre « Prophylaxie du choléra en Orient. L'hygiène et la réforme sanitaire en Perse ».

PHYSIQUE. — *Sur la graduation des galvanomètres.* Note de **M. P. Blaserna**, présentée par M. Regnault.

« Dans mes recherches sur les courants d'induction et les extra-courants, dont le résumé a été inséré au *Compte rendu* de la séance précédente, il me fallait graduer plusieurs galvanomètres de sensibilités très-différentes, et je suis arrivé à des conclusions qui me paraissent présenter quelque intérêt.

» *Boussole des tangentes.* — La méthode employée consiste d'abord à comparer les indications de cet instrument à celles que l'on a par le *principe des sinus*, qui est mathématiquement exact; et pour les déviations au delà de 40 degrés, à observer l'action d'un courant constant d'une intensité donnée, et en doubler rigoureusement son action.

» Despretz, dans un travail sur le même sujet, a reconnu que le *principe des tangentes* n'est pas assez exact et a donné la formule suivante, qui représente, d'après ses expériences, l'intensité jusqu'à 80 degrés:

$$I = k(1 + a \sin^2\varphi) \operatorname{tang}\varphi,$$

formule dans laquelle I est l'intensité du courant, φ la déviation observée, k une constante qui dépend de la sensibilité de l'instrument et de l'unité de mesure adoptée, et a est une fonction très-simple de la distance des pôles de l'aiguille et du diamètre parcouru par le courant.

» Or j'ai trouvé, pour une boussole construite par M. Sauerwald, à Berlin, que pour de grandes déviations cette formule ne suffit pas, et qu'il faut y ajouter encore un terme, ce qui donne

$$I = k(1 + a \sin^2\varphi + b \sin^4\varphi) \operatorname{tang}\varphi,$$

où a et b sont des constantes arbitraires qu'il faut déterminer empiriquement. J'ai trouvé encore que, par suite de petits défauts de symétrie, la boussole ne se comporte pas de la même manière pour les déviations à droite et à gauche, quand même on a centré avec soin la position de l'aiguille aimantée, comme on voit dans la table suivante :

φ	Formule approximative. tang φ	Despretz.	Formule complète. Droite.	Gauche.
0	0,000	0,000	0,000	0,000
10	0,176	0,176	0,176	0,176
20	0,364	0,367	0,366	0,367
30	0,577	0,588	0,585	0,587
40	0,839	0,865	0,865	0,865
50	1,192	1,245	1,254	1,248
60	1,732	1,830	1,862	1,842
70	2,747	2,933	3,015	2,961

d'où il suit que :

» 1° Jusqu'à 25 degrés, le principe des tangentes est applicable;

» 2° Jusqu'à 50 degrés, la formule de Despretz est suffisante;

» 3° Au delà de cette limite, il faut recourir à une graduation empirique.

» *Boussole de M. Wiedemann.* — Elle est composée d'un miroir d'acier aimanté et de deux spirales mobiles, qu'on peut placer à des distances variables. On déterminera l'angle de déviation à l'aide d'une échelle placée à distance et d'une lunette, d'après le principe de Gauss. Pour cet instrument, qui est très-exact et peut-être le plus commode de tous les galvanomètres, on a admis, jusqu'à présent, le principe des tangentes, les déviations qu'on mesure n'allant jamais au delà de quelques degrés.

» Or, en employant la même méthode, comme auparavant, j'ai trouvé, par des expériences très-nombreuses et très-concordantes, que les écarts de ce principe sont assez notables et diffèrent selon la distance des spirales, comme on le voit sur la table suivante, dans laquelle la distance de l'échelle est de 137c,22; δ est la déviation, lue sur l'échelle, en centimètres; et φ est l'angle de déviation correspondant :

δ	φ	Principe des tangentes.	Distance des spirales en centimètres. 0	3	6	9
0	0° 0′ 0″	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
10	2.5. 3	9,988	9,990	9,987	9,988	9,988
20	4.8.47	19,897	19,919	19,897	19,904	19,904
30	6.9.58	29,651	29,720	29,655	29,675	29,678
40	8.7.33	39,189	39,316	39,191	39,229	39,245
50	10.0.37	48,448	48,608	48,447	48,493	48,546

d'où l'on voit que :

» 1° Le principe des tangentes est applicable jusqu'à 5 degrés de déviation;

» 2° Pour des déviations plus fortes, il faut graduer empiriquement l'instrument pour chaque distance des spirales;

» 3° En employant, par exemple, le principe des tangentes, pour une déviation de 50 centimètres, soit de 10 degrés, à une distance nulle des spirales on commet une erreur équivalente à $1^{mm},6$.

» J'ai étudié plus particulièrement l'influence des spirales pour de grandes déviations, et j'ai trouvé que le principe des tangentes donne, à une petite distance, des valeurs trop petites; qu'il devient exact pour la distance de $1^{c},7$; qu'il donne des valeurs trop grandes entre $1^{c},7$ et $5^{c},6$, redevient exact pour cette dernière distance, et enfin donne des valeurs trop petites à des distances plus grandes encore. Les différences entre l'intensité réelle et le principe des tangentes sont exprimées en centimètres par les nombres suivants, pour des déviations de 50 centimètres, la distance de l'échelle étant de $137^{c},22$:

Distance des spirales.	Différences.
0	+ 0,166
1	+ 0,035
2	— 0,015
3	— 0,036
4	— 0,061
5	— 0,046
6	+ 0,045
9	+ 0,098

» Ces valeurs représentent donc une courbe qui rencontre deux fois, pour les distances 1,7 et 5,6, l'axe des abscisses. Quand il ne s'agit pas d'une exactitude extrême, on peut dire pratiquement que, entre les distances 1 et 6, le principe des tangentes est suffisamment exact; mais pour les distances plus petites et plus grandes, il faut graduer l'instrument. »

MÉCANIQUE. — *Nouvelle méthode pour la solution des problèmes de la Mécanique* (première Partie). Note de **M. Piarron de Mondesir**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Substituons, dans la définition du principe de d'Alembert, au mot *force*, que d'Alembert qualifie lui-même de terme *obscur*, le mot *travail mécanique*, et nous obtenons le principe qui a cours aujourd'hui, et en vertu duquel *le travail se transforme et ne s'anéantit pas*.

» Parmi les diverses formes sous lesquelles le travail se présente, ou plutôt se dérobe à nos yeux et à notre esprit, je n'en ai considéré que quatre, qui sont les formes *statique*, *dynamique*, *élastique* et *calorifique*.

» J'appelle *magasin* de travail *statique* la quantité de travail qu'un corps soumis à l'action de la pesanteur possède par suite de sa chute possible sur un plan horizontal de comparaison, qu'il soit à l'état de repos ou à l'état de mouvement.

» La quantité de travail que peut posséder un corps sous la forme dynamique est due à son mouvement. Elle se divise en deux magasins distincts : le magasin *dynamique* proprement dit, dû au mouvement du centre de gravité, et le magasin *tournant*, dû au mouvement de rotation du corps autour d'un axe instantané passant par le centre de gravité.

» Le magasin *élastique* est celui que possède un corps déformé par un effort quelconque, et dont le centre de gravité se trouve momentanément déplacé par rapport à sa position d'équilibre.

» Le magasin *calorifique* est celui que le corps acquiert par suite de l'introduction d'une certaine quantité de chaleur.

» Si nous considérons un système en mouvement, et que nous y constations, à une époque quelconque, une certaine quantité de travail, *sous quelque forme que ce soit*, nous devons, à une autre époque quelconque, retrouver cette même quantité de travail *sous quelque forme que ce soit*.

» En procédant ainsi, on obtiendra l'*équation des magasins de travail*, qui sera la traduction analytique du principe de la transformation du travail avec toute la généralité désirable.

» La solution d'un problème de Mécanique se trouve ainsi ramenée à l'évaluation du travail sous les diverses formes qu'il peut prendre.

» C'est en cela que consiste la nouvelle méthode.

» Je l'ai appliquée dans un ouvrage que je me propose de publier, et j'ai obtenu des résultats qui présentent un certain intérêt scientifique, et que j'ai cru dignes d'être soumis à l'Académie des Sciences.

» 1. Dans tous les problèmes de la Mécanique proprement dite, où le travail n'affecte que les deux formes dynamique et statique, les masses en mouvement restant constantes, la nouvelle méthode conduit à des solutions simples et satisfaisantes pour l'esprit.

» 2. L'avantage de la nouvelle méthode commence à se révéler quand on l'applique dans les questions où la masse totale en mouvement est variable, questions inabordables pour l'*Équation générale de la Mécanique*, applicable seulement à des mouvements de masses constantes.

» En traitant, par exemple, le problème d'une chaîne homogène massée sur un plan horizontal et soulevée successivement, au moyen d'un cordon enroulé sur une poulie, par un poids constant, on arrive tout naturellement à cette conclusion : que la *force due au mouvement d'une masse m est égal au coefficient différentiel de la quantité de mouvement.* L'expression la plus générale de la force est donc

$$(1)\qquad F\frac{dQ}{dt}=\frac{d.mv}{dt}=m\frac{dv}{dt}+v\frac{dm}{dt}.$$

» La discussion de ce problème démontre également que, dans le cas de masses variables en mouvement, la position d'équilibre n'est plus identique avec celle où se produit le maximum de la vitesse.

» En considérant une chaîne massée sur un plateau supérieur et se développant verticalement sous l'action de la pesanteur, en passant par un orifice, on reconnaît immédiatement que l'extrémité de la chaîne descend comme un mobile entièrement libre qui serait soumis à la force accélératrice $\frac{1}{2}g$.

» 3. La nouvelle méthode permet de démontrer mécaniquement le principe d'Archimède et la formule de Torricelli $V=\sqrt{2gh}$. En l'appliquant au mouvement oscillatoire d'un siphon liquide à branches verticales, on démontre que ces oscillations sont synchrones avec celles d'un point matériel glissant sur une cycloïde renversée, dont le développement serait égal à celui du siphon liquide.

» 4. La nouvelle méthode permet d'établir une théorie simple et complète de la compression et de la détente des gaz permanents.

» Vu l'importance de la question, quelques développements sont nécessaires.

» Un gaz permanent est contenu dans un cylindre vertical de longueur λ et de 1 mètre carré de section. Le fond inférieur est fixe; le gaz est maintenu dans son enveloppe par un piston massif ϖ représentant la pression atmosphérique et au-dessus duquel le vide existe. Je place sur le piston ϖ un poids quelconque p. Le poids $p+\varpi$ va descendre dans le cylindre jusqu'à la profondeur x_1 où sa vitesse s'annulera. Puis ce poids sera remonté à sa position initiale par la force réactive du gaz. Le mouvement sera donc alternatif; il serait perpétuel si l'on pouvait éliminer résistance due au frottement et perte de calorique.

» Si l'on ne considère que les deux époques du mouvement où la vitesse s'annule, on voit que le travail ne se présente à ces deux époques que sous les trois formes statique, élastique et calorifique.

» Dans la position supérieure du piston, la quantité totale de travail, abstraction faite du travail statique dû au poids du gaz, est représentée :

1° Par le magasin statique du poids $p+\varpi$, soit.... $(p+\varpi)\lambda$

(en prenant pour plan de comparaison le fond inférieur du cylindre);

2° Par le magasin élastique du gaz.............. $\varpi\lambda$,

attendu que le gaz supporte ce poids ϖ à la hauteur λ.

» Dans la position inférieure du piston, la quantité totale du travail est :

1° Le magasin statique du poids $p+\varpi$ .... $(p+\varpi)(\lambda-x_1)$;
2° Le magasin élastique du gaz non échauffé.......... $(p+\varpi)(\lambda-x_1)$;
3° Le magasin calorifique, lequel se transforme instantanément en magasin élastique supplémentaire....... $q(\lambda-x_1)$,

q étant alors la pression calorifique.

» L'équation des magasins de travail est donc, toutes réductions faites,

$$(1)\qquad \varpi\lambda-(p+\varpi)(\lambda-x_1)=q(\lambda-x_1)-(p+\varpi)x_1.$$

» Observons maintenant que le magasin calorifique $q(\lambda-x_1)$ est l'équivalent du travail dynamique, perdu en apparence, du poids $p+\varpi$, c'est-à-dire de $(p+\varpi)x_1$; et nous aurons séparément

$$(2)\quad (p+\varpi)(\lambda-x_1)=\varpi\lambda, \qquad \text{et} \qquad (3)\quad (p+\varpi)x_1=q(\lambda-x_1).$$

» L'équation (2) n'est autre que la loi de Mariotte, qui rentre ainsi dans le domaine de la Mécanique, *mais avec cette condition essentielle, que le piston atmosphérique* ϖ *reste le même avant et après la compression.*

» On déduit des équations précédentes les valeurs comparables suivantes des cinq pressions auxquelles un gaz permanent peut être soumis :

$$(4)\qquad \begin{cases} 1^\circ \text{ Presssion atmosphérique.....} & \varpi=\varpi\dfrac{(\lambda-x_1)^2}{(\lambda-x_1)^2}; \\ 2^\circ \text{ Pression effective...........} & p=\varpi\dfrac{(\lambda-x_1)x_1}{(\lambda-x_1)^2}; \\ 3^\circ \text{ Pression absolue............} & p+\varpi=\varpi\dfrac{(\lambda-x_1)\lambda}{(\lambda-x_1)^2}; \\ 4^\circ \text{ Pression calorifique.........} & q=\varpi\dfrac{\lambda x_1}{(\lambda-x_1)^2}; \\ 5^\circ \text{ Pression totale..............} & p+q+\varpi=\varpi\dfrac{\lambda^2}{(\lambda-x_1)^2}. \end{cases}$$

» La dernière de ces formules n'est autre que la formule connue de Laplace et Poisson, dans laquelle l'exposant γ, rapport des deux chaleurs

spécifiques, est remplacé par l'exposant 2 : ce qui nous indique que ce rapport est égal à 2, ainsi qu'on peut du reste le démontrer directement par la méthode que je viens d'employer.

» Il résulte également de ces formules que le magasin calorifique est égal à $p\lambda$.

» En désignant par c la chaleur spécifique à pression constante, par α le coefficient de dilatation des gaz, par δ la densité (poids du mètre cube) du gaz, et par E l'équivalent mécanique de la chaleur, la théorie nouvelle donne

$$(5) \qquad c = \frac{\varpi\alpha}{E\delta}.$$

» Si le gaz comprimé, ayant conservé sa pression totale $p + q + \varpi$, se détend en soulevant seulement le piston ϖ, il se développera sur la longueur $\lambda + y$, en conservant une pression totale ϖ'. On trouve, pour les valeurs de y et de ϖ',

$$(6) \qquad y = \frac{p\lambda}{\varpi} = \frac{x_1^2}{\lambda - x_1}; \qquad\qquad (7) \qquad \varpi' = \varpi\frac{\lambda(\lambda - x_1)}{\lambda(\lambda - x_1) + x_1^2}.$$

» Si le gaz comprimé, ayant perdu son magasin calorifique et ne conservant plus que la pression effective $p + \varpi$, se détend en soulevant le piston ϖ seul, la nouvelle théorie démontre : 1° que le piston ϖ sera remonté à sa position initiale; 2° que la pression totale ϖ', conservée par le gaz détendu et refroidi, a pour valeur

$$(8) \qquad \varpi' = \varpi\frac{\lambda - x_1}{\lambda}.$$

» Dans ce cas, le magasin calorifique perdu ayant pour valeur ϖx_1, l'abaissement de température θ est donné par

$$(9) \qquad \theta = \frac{\varpi x_1}{E\delta c\lambda} = \frac{x_1}{\alpha x},$$

à cause de l'équation (5).

» Dans le cas d'une compression infinie, on aurait

$$x_1 = \lambda,$$

et par suite

$$(10) \qquad \theta_0 = \frac{1}{\alpha} = 272^\circ,5, \qquad \text{et} \qquad (11) \qquad \varpi'_0 = 0.$$

» Cette valeur de θ_0 est désignée sous le nom de *zéro absolu*. A cette température limite, la pression du gaz n'existe pas. Ce résultat est du reste donné dans la *Théorie mécanique de la Chaleur*, de M. Combes »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la désinfection du sulfure de carbone ordinaire du commerce.* Note de **M. S. Cloëz**, présentée par M. Chevreul.

« Le sulfure de carbone brut, obtenu par l'action directe du soufre sur le charbon de bois chauffé au rouge, contient toujours une certaine quantité de soufre en dissolution; on y trouve aussi de l'acide sulfhydrique, et, en le soumettant à la distillation à une température modérée, on constate dans le résidu la présence d'une matière semi-liquide, d'une odeur alliacée des plus désagréables. Cette matière présente les caractères de l'un des produits obtenus par M. Aimé Girard par l'action de l'hydrogène naissant sur le sulfure de carbone. Une portion de cette matière sulfurée passe à la distillation avec le sulfure de carbone, et il faudrait un grand nombre de rectifications pour obtenir un produit distillé à peu près pur.

» Dans mon travail sur la détermination de la quantité de matière grasse contenue dans divers produits oléagineux, j'ai employé constamment le sulfure de carbone comme dissolvant; de tous les liquides neutres volatils, c'est celui qui donne les résultats les plus satisfaisants, mais à la condition de le débarrasser préalablement des matières étrangères qu'il contient.

» Le procédé auquel j'ai eu recours pour purifier le sulfure de carbone destiné à mes expériences se trouve décrit dans une Note insérée au *Bulletin de la Société chimique de Paris* (nouvelle série, t. III, p. 43; 1865), et, de plus, dans ma Thèse soutenue à Paris, en 1866, pour obtenir le titre de pharmacien.

» Voici la description de ce procédé (p. 11 de ma Thèse) :

« On arrive à purifier parfaitement le sulfure de carbone en le mettant » en contact pendant vingt-quatre heures avec 0,005 ou $\frac{1}{2}$ pour 100 de son » poids de sublimé corrosif réduit en poudre fine, en ayant soin d'agiter » de temps en temps le mélange; le sel mercuriel se combine avec la ma- » tière sulfurée à odeur fétide, et la combinaison se dépose au fond du » flacon; on décante alors le liquide clair, et on y ajoute 0,02 de son poids » d'un corps gras inodore; on distille ensuite le mélange au bain-marie à » une température modérée, en ayant soin de bien refroidir les vapeurs, » afin de les condenser complétement.

» Le sulfure de carbone ainsi purifié possède une odeur éthérée bien » différente de celle du produit brut. On peut l'employer dans cet état pour » le traitement des produits oléagineux. Il abandonne par évaporation la » matière grasse, dans le même état que si elle avait été obtenue par la » pression. »

CHIMIE. — *Études chimiques sur le cuivre; par* **M. T. Sterry Hunt.**

« Les chimistes ont déjà remarqué les ressemblances qui existent entre le chlorure argentique et le chlorure cuivreux; tous les deux sont blancs, noircissant à la lumière, facilement fusibles, insolubles dans l'eau, mais solubles dans l'ammoniaque et dans les chlorures alcalins. La solubilité du chlorure cuivreux dans ces derniers est cependant beaucoup plus grande que celle du chlorure argentique. Une solution saturée de sel marin retient, à 90 degrés C., à peu près 16,8 pour 100 de chlorure cuivreux, dont la moitié environ se dépose en refroidissant à 10 degrés; l'addition de l'eau en précipite davantage. Des solutions des chlorures calcique, magnésique, zincique, manganeux, cobaltique, ferreux et cuprique dissolvent également le chlorure cuivreux. La ressemblance entre l'argent et le cuivre s'étend aux oxydes; j'ai trouvé que l'oxyde cuivreux possède le pouvoir de décomposer des solutions de tous les chlorures mentionnés plus haut, sauf ceux de sodium et de calcium, avec séparation d'oxydes et formation de chlorure cuivreux. Dans le cas des chlorures de zinc et de manganèse, il se produit des oxychlorures insolubles de ces métaux qui sont encore à étudier. Les chlorures de magnésie et de fer m'ont donné des résultats que je crois nouveaux.

» L'oxyde cuivreux employé dans les expériences suivantes a été préparé en chauffant doucement une solution de sulfate cuivrique mélangée de sucre de canne et d'un excès de soude caustique. Le précipité rouge-cinnabre, qui se dépose lentement, a été lavé avec soin et desséché. Cet oxyde rouge se dissout dans une solution concentrée de chlorure de magnésium, même à froid, et plus facilement à 100 degrés C., avec séparation de magnésie hydratée et formation de chlorure cuivreux, qui se dissout dans l'excédant du chlorure terreux. En filtrant à chaud et lavant au moyen d'une solution concentrée de sel marin, on parvient à séparer la magnésie du liquide incolore duquel le fer précipite le cuivre métallique avec formation du chlorure ferreux. En effet,

$$Cu^2O + MgCl = Cu^2Cl + MgO.$$

» Si l'on dissout presque à saturation de l'oxyde cuivreux dans du chlorure magnésique à chaud, et qu'on laisse ensuite refroidir la solution en contact avec la magnésie séparée, il se dépose un précipité orangé d'oxyde hydraté ou peut-être d'oxychlorure cuivreux, qui disparaît quand on chauffe le

liquide, et reparaît de nouveau après refroidissement. Lorsque le chlorure cuivreux solide est mis à digérer avec de la magnésie et de l'eau, il se forme de l'oxyde cuivreux hydraté et du chlorure de magnésium. Le chlorure double de cuivre et de magnésium est pourtant stable, même à froid, en présence de la magnésie hydratée, pourvu qu'il s'y trouve un excès notable de chlorure de magnésie. Une solution filtrée d'oxyde cuivreux dans du chlorure de magnésium donne par dilution un précipité de chlorure cuivreux, coloré en jaune orangé par de l'oxyde cuivreux adhérent, ce qui paraît provenir de la réaction d'un peu de magnésie dissoute ou tenue en suspension dans le liquide concentré. Une solution de chlorure magnésique, de densité 1,23, peut retenir, à 12 degrés C., environ 7,10 pour 100 de chlorure cuivreux. Une solution de sulfate de magnésie mélangée de sel marin peut être employée à dissoudre l'oxyde cuivreux.

» La réaction entre le chlorure ferreux et l'oxyde cuivreux ne donne pas, comme on pourrait d'abord s'y attendre, du chlorure cuivreux et de l'oxyde ferreux; mais ce dernier passe à l'état d'oxyde ferrique, avec réduction partielle du cuivre à l'état métallique. Lorsqu'on chauffe une solution de chlorure ferreux mélangée de sel marin, avec une quantité suffisante d'oxyde cuivreux, la totalité du fer se trouve précipitée à l'état d'oxyde ferrique, mélangé de cuivre métallique, et il reste du chlorure cuivreux en dissolution. Des expériences avec un excès de chlorure ferreux font voir qu'un tiers du cuivre est ainsi réduit. Cette réduction peut s'effectuer directement en ajoutant de l'oxyde ferreux hydraté, récemment précipité et encore suspendu dans le liquide, à une solution de chlorure cuivreux dans le sel marin. Il se forme alors, à l'aide d'une douce chaleur, du cuivre métallique et de l'oxyde ferrique. On obtient un résultat semblable en ajoutant un sel ferreux soluble à une solution non filtrée d'oxyde cuivreux dans du chlorure magnésique qui retient encore la magnésie hydratée suspendue. Celle-ci met en liberté 1 équivalent d'oxyde ferreux, qui réduit aussitôt le tiers du chlorure cuivreux et passe à l'état d'oxyde ferrique. On peut représenter la réaction entre le chlorure ferreux et l'oxyde cuivreux comme il suit :

1° $$Cu^2O + FeCl = Cu^2Cl + FeO,$$

2° $$Cu^2Cl + 3FeO = Cu^2 + FeCl + Fe^2O^3.$$

Et le résultat définitif est donné par l'équation suivante :

$$3Cu^2O + 2FeCl = 2Cu^2Cl + Cu^2 + Fe^2O^3.$$

» L'oxyde ferreux réduit également le chlorure cuivrique, qu'il convertit en chlorure cuivreux :

$$2CuCl + 3FeO = Cu^2Cl + FeCl + Fe^2O^3.$$

Et il suffit d'une quantité plus grande d'oxyde ferreux pour réduire ensuite tout le cuivre à l'état métallique :

$$2CuCl + 6FeO = 2Fe^2O^3 + 2FeCl + Cu^2.$$

Si l'on ajoute, à une solution de chlorure cuivrique, de l'hydrate ferreux ou du carbonate ferreux récemment précipité, dans les proportions indiquées par la dernière équation, il suffit de chauffer doucement pour précipiter tout le cuivre métallique, mélangé d'oxyde ferrique, tandis qu'il reste du chlorure ferreux en dissolution. Le cuivre ainsi précipité possède une couleur rouge très-vive, et recouvre souvent les parois du vase sous forme d'une couche miroitante. Il est facilement soluble dans une solution chaude de chaleur cuivrique, qui met ainsi en évidence le mélange d'oxyde ferrique.

» Les réactions entre le chlorure ferreux et l'oxyde cuivrique ont été signalées par Meyer (*Berg. und Hut. Zeit.*, 1862, p. 182); mais elles paraissent avoir été peu étudiées. L'oxyde cuivrique, même après ignition, est attaqué par une solution de chlorure ferreux à froid :

$$3CuO + 2FeCl = Cu^2Cl + CuCl + Fe^2O^3.$$

L'insolubilité du chlore cuivreux retarde beaucoup cette réaction ; mais, en présence du sel marin et avec l'aide de la chaleur pour faciliter la dissolution du composé cuivreux, la réaction est rapide et complète. Si l'on a observé les proportions indiquées plus haut, tout le fer se précipite à l'état d'oxyde ferrique hydraté. La solution verdâtre ainsi obtenue dissout facilement une portion de cuivre métallique, et, s'il ne contient pas un grand excès de sel marin, laisse déposer du chlorure cuivreux par l'addition de l'eau ou même par refroidissement. En traitant cette solution par du carbonate calcique, à une température de 50 degrés C., il se précipite le tiers du cuivre à l'état de carbonate cuivrique verdâtre, laissant une solution incolore de chlorure cuivreux. Si l'on fait digérer une solution de chlorure ferreux et de sel marin avec un excès considérable d'oxyde cuivrique, celui-ci se combine avec le chlorure cuivrique pour former un oxychlorure insoluble. On peut employer, dans toutes ces réactions, un mélange de sulfate ferreux et de chlorure de sodium.

» L'oxyde ferrique qui se produit, dans ces réactions entre l'oxyde cuivrique et le chlorure ferreux, renferme un peu d'oxychlorure ferrique. Le précipité rouge-brun, bien lavé avec une solution de sel marin, cède ensuite à l'eau pure une portion d'oxychlorure; mais, en remplaçant l'eau par l'alcool et faisant dessécher le précipité, l'oxychlorure devient insoluble dans l'eau. Ainsi traité et purifié de sel marin, sa composition paraît variable, quoique très-basique. Une préparation renfermait 11 équivalents, et une autre 20 équivalents de fer, pour 1 équivalent de chlore. Dans une expérience où l'on a fait dissoudre de l'oxyde cuivrique pur dans un excès de chlorure ferreux mélangé de sel marin, on a trouvé, pour 30 équivalents de cuivre dissous, 21 équivalents de fer précipité, au lieu de 20 qu'exige la théorie. La formation d'une proportion petite et probablement variable de chlorure ferrique dans ces conditions résulte peut-être d'une réaction secondaire entre les chlorures cuivriques et ferreux en présence de l'oxyde ferrique.

» Un court résumé de ces études a été lu, le 22 août dernier, devant l'Association américaine pour l'Avancement des Sciences, à Salem (Massachusetts). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Recherches générales sur les modifications que les minéraux éprouvent par l'action des solutions salines* (suite). Note de **M. A. Terreil**, présentée par M. Daubrée.

« La composition élémentaire des principaux minéraux a été déterminée avec le plus grand soin, mais on sait peu de chose encore sur le groupement des éléments qui les constituent. J'ai pensé que je pourrais peut-être faire avancer cette question si difficile, en soumettant les minéraux à des agents qui les modifient lentement et qui, mieux que les acides concentrés ou les alcalis en fusion, donneront quelques indications sur leur constitution intime. Tel est le but du travail que je poursuis déjà depuis longtemps, et dans lequel, en m'appuyant sur les observations classiques de Dulong, et sur les expériences de MM. Malaguti et Durocher, j'étudie les modifications que les minéraux éprouvent par l'action des différentes solutions salines.

» Dans un premier Mémoire que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, le 30 mars 1868, j'ai démontré le parti que l'on peut tirer, pour l'analyse des minéraux, de l'action que les sels ammoniacaux exercent sur les carbonates naturels. Le travail que je viens aujourd'hui lui soumettre a pour

objet l'action des monosulfures alcalins sur les sulfures métalliques simples ou multiples que l'on trouve dans la nature, sur les séléniures, sur les tellurures et sur les minéraux constitués par des acides métalliques.

» Je traite les minéraux bien porphyrisés par une solution bouillante de monosulfure de sodium peu concentrée (au dixième), et lorsque l'action de la solution est épuisée, je filtre et je sature la liqueur filtrée par un acide qui précipite à l'état de sulfures les métaux entrés en dissolution.

» Ces réactions m'ont donné les résultats suivants :

» Les sulfures simples naturels, formés par des métaux dont les sulfures sont solubles dans les sulfures alcalins, se dissolvent entièrement dans la solution de sulfure de sodium, d'où l'on peut les précipiter en saturant la liqueur filtrée par un acide; cela constitue une méthode d'analyse rapide et exacte pour certains minéraux et principalement pour les minerais d'antimoine.

» Deux sulfures naturels résistent cependant à cette influence : ce sont le molybdène sulfuré et l'étain sulfuré; de plus, le réalgar n'est pas entièrement soluble; il laisse un sous-sulfure d'arsenic noir-brun, tout à fait insoluble dans le réactif.

» Les sulfures de fer et le sulfure de nickel, considérés comme sulfures insolubles dans les sulfures alcalins, se dissolvent cependant dans le sulfure de sodium, mais avec une extrême lenteur; les premiers colorent la liqueur en vert foncé et le second en brun, et l'on observe ce fait, pour les pyrites, que la pyrite magnétique est plus soluble que la pyrite blanche, et que la pyrite jaune est inattaquable.

» Les minéraux formés de combinaisons binaires ayant l'arsenic ou l'antimoine comme élément électronégatifs, comme les arséniures et antimoniures de fer, de nickel, de cobalt, de cuivre, d'antimoine, d'argent, etc., sont inattaquables par le sulfure alcalin.

» Les minéraux à combinaisons ternaires, désignés sous les noms d'arséniosulfures et d'antimoniosulfures, tels que le mispickel, l'arsénicosulfure de cobalt, le nickel gris, les cuivres gris, la bournonite, la boulangérite, etc., sont également inaltérables dans le monosulfure de sodium.

» Sont au contraire attaqués par le sulfure de sodium tous les minéraux formés de sulfures multiples qui constituent de véritables sulfosels, dans lesquels les sulfures d'arsenic et d'antimoine jouent ordinairement le rôle de sulfacides, tels que les sulfures doubles de plomb et d'antimoine, plagionite, zinkénite, jamesonite, le sulfure double d'antimoine et de fer, berthiérite, le sulfure double d'argent et d'antimoine, argent rouge, le sul-

fure double d'argent et d'arsenic, proustite, etc. Tous ces minéraux sont décomposés d'une manière très-nette par le sulfure alcalin, qui dissout complétement les sulfures d'arsenic et d'antimoine, et laisse les sulfures basiques à l'état de pureté, ce qui constitue une excellente méthode de séparation.

» Parmi les minéraux que je viens de citer, la berthiérite présente ce caractère, que le sulfure de fer basique qu'elle renferme se dissout en même temps que le sulfure d'antimoine; la liqueur que l'on obtient alors est colorée en brun foncé, mais elle passe bientôt au vert foncé, au contact de l'air, en absorbant l'oxygène.

» Les tellurures de plomb et d'or sont inattaquables par le monosulfure de sodium; le tellure bismuthifère cède très-lentement son tellure à la dissolution sulfurée.

» Les séléniures de plomb et d'argent cèdent aussi très-lentement leur sélénium au sulfure de sodium.

» Les minéraux contenant l'arsenic, l'antimoine, le molybdène, le tungstène et le vanadium, à l'état oxydé et principalement à l'état d'acides, sont facilement décomposés par le sulfure alcalin, qui dissout tous ces métaux. L'étain oxydé, le wolfram et le schéelin calcaire font exception.

» J'ai reconnu qu'en traitant ainsi les minéraux qui contiennent le molybdène, le tungstène et le vanadium à l'état de molybdate, de tungstate et de vanadate, les solutions que l'on obtient sont incolores, tandis que, si l'on précipite ces solutions par un acide, les sulfures bruns de molybdène, de tungstène et de vanadium qui se produisent ne donnent, en se dissolvant dans le sulfure alcalin, que des solutions colorées.

» Je donne dans mon travail complet la liste des minéraux sur lesquels j'ai opéré, et qui sont attaquables par le sulfure de sodium, ainsi que ceux qui restent inaltérés sous l'influence de ce réactif.

» Les minéraux attaqués par le sulfure de sodium sont : l'orpiment, le réalgar, la chaux arséniatée, hydratée et anhydre, la roméine ou chaux antimoniée, la pyrite magnétique, la pyrite blanche, le fer arséniaté, le nickel sulfuré, le nickel arséniaté, le cobalt arséniaté, l'antimoine sulfuré, la plagionite, la zinkénite, la jamesonite, la berthiérite, la senarmontite et l'exitèle, la dufrénoysite, le plomb sélénié, le plomb arséniaté, le plomb tungstaté, le plomb vanadaté, les cuivres arséniatés, le cuivre tungstaté, l'argent rouge, la proustite, l'argent séléniuré et le tellure bismuthifère.

» Les minéraux qui ne sont pas décomposés par le sulfure de sodium sont : la pyrite jaune, le fer arsenical, le mispickel, le nickel arsenical, le

nickel antimonial, l'antimoniosulfure de nickel, le nickel gris, le cobalt gris, le cobalt arsenical, la blende, l'antimoine arsenical, l'étain oxydé, l'étain sulfuré, la bournonite, la boulangérite, le molybdène sulfuré, le wolfram, le schéelin calcaire, le cuivre arsenical, les cuivres gris, l'argent antimonial, le tellurure de plomb et d'or, et le tellurure d'or et d'argent.

» Il résulte donc des observations que je viens de décrire, que l'on peut employer avec avantage une solution de monosulfure de sodium, pour séparer et même pour doser certains métaux existant dans les minéraux à l'état de sulfures, ou à l'état d'acides métalliques.

» J'ai reconnu également que l'action des sulfures alcalins sur les sulfures, arséniures et antimoniures métalliques, peut permettre de déterminer à quel état se trouvent l'arsenic et l'antimoine dans les minéraux, puisque les solutions des monosulfures alcalins ne dissolvent ces deux corps simples, que lorsqu'ils existent dans un minerai soit à l'état de sulfures isolés, soit à l'état de sulfosels, soit à l'état d'oxydes ou d'acides ; tandis qu'elles ne les attaquent point lorsqu'ils existent sous forme de combinaisons binaires métalliques, ou de combinaisons ternaires appelées *arsénio-sulfure* et *antimoniosulfure*.

» Dans une prochaine Communication, je ferai connaître l'action des différentes solutions salines sur les silicates. »

CHIMIE ORGANIQUE — *Sur la préparation et les propriétés de l'hydrate de chloral.* Note de **M. J. Personne**, présentée par M. Bussy.

« J'ai eu l'honneur de lire à l'Académie de Médecine, dans sa séance du 20 novembre, une Notice sur les propriétés de l'hydrate de chloral et sur sa transformation en chloroforme au sein de l'économie animale. Parmi les propriétés physiques de ce corps, j'ai indiqué qu'il fondait vers + 45 degrés, et qu'il distillait à une température voisine de + 100 degrés.

« M. Roussin, dans une Note présentée à l'Académie des Sciences, dans sa séance du 29 novembre et lue à l'Académie de Médecine, a décrit les propriétés d'un hydrate de chloral qu'il a présenté comme pur, propriétés qui diffèrent de celles que j'avais annoncées. Ainsi, suivant M. Roussin, son produit fond à + 56 degrés et bout à + 145 degrés. Il a voulu démontrer, de plus, qu'en apportant certaines modifications au procédé de M. Dumas pour la préparation de l'hydrate de chloral, il obtenait un produit très-pur et beaucoup plus abondant. D'après lui, « l'opération » poussée jusqu'à obtenir le chloral anhydre occasionne une perte notable

» et provoque la formation de produits secondaires difficiles à éliminer » ultérieurement ».

» Comme j'avais suivi exactement le procédé de M. Dumas, décrit dans son *Traité de Chimie générale;* que ce mode opératoire m'avait donné un rendement abondant, et que, de plus, j'ai tout lieu d'être certain de la pureté de l'hydrate de chloral que j'avais préparé (il avait été obtenu en hydratant du chloral pur, rectifié à plusieurs reprises sur l'acide sulfurique concentré et bouillant à la température fixe de + 96 à 98 degrés, et même du chloral provenant de la distillation du chloral insoluble), je fus surpris de la différence qui existait entre nos résultats, et je cherchai à en découvrir la cause: c'est ce travail qui fait l'objet de cette Note.

» Tout d'abord, je dirai que le mode opératoire de M. Roussin n'est pas aussi avantageux qu'il paraît le croire; les chiffres suivants nous en fournissent la preuve :

» 500 grammes d'alcool absolu ont donné à M. Roussin 400 grammes de son prétendu hydrate de chloral, soit un rendement de 80 pour 100 (1);

» 2^{kg},700 d'alcool absolu du commerce m'ont fourni, par le procédé de M. Dumas, 5 kilogrammes d'hydrate de chloral pur, soit un rendement de 185 pour 100. Ce procédé, que M. Roussin a cherché à modifier, m'a donc donné un rendement plus que double.

» Voyons maintenant les principales propriétés des produits obtenus.

» L'hydrate de chloral pur, cristallisé par voie de fusion, présente une masse cristalline ayant tout à fait l'aspect saccharoïde, dû à l'enchevêtrement de ses cristaux; il est dur et peu friable. Son odeur pénétrante est celle du chloral anhydre, très-affaiblie; sa saveur présente une âcreté prononcée. Il est rude au toucher, mais, frotté dans les doigts, il se dissout dans l'humidité exhalée par la peau et donne alors la sensation d'un corps gras liquide. Il est très soluble dans l'eau; il s'y dissout comme du sucre, en formant des stries qui gagnent le fond du vase, et il attire assez fortement l'humidité atmosphérique. Enfin, il fond à + 46 degrés et distille sans résidu à la température de + 96 à 98 degrés, température qui n'a jamais été dépassée en distillant plus de 4 kilogrammes de matière.

» Le produit que je dois à l'obligeance de M. Roussin (2) est très-bien cristallisé, en cristaux assez longs et assez volumineux, translucides, et ne

(1) Lecture à l'Académie de Médecine.

(2) Je dois remercier ici M. Roussin de l'extrême obligeance avec laquelle il a bien voulu échanger avec moi un échantillon de nos produits.

présentant pas l'aspect saccharoïde du premier. Il est friable sous les doigts, à la manière des cristaux d'acide stéarique ou de cétine, dont il présente le toucher gras; il ne se liquéfie pas sous les doigts. Son odeur est légère et comme éthérée; sa saveur est d'abord douce, puis un peu âcre. Il n'attire pas sensiblement l'humidité de l'air; il se dissout très-lentement dans l'eau; chauffé avec ce liquide, il fond d'abord, en donnant un liquide huileux plus dense, qui se dissout par l'agitation. Enfin il entre en fusion, suivant M. Roussin à +56 degrés, et, selon mon expérience, exactement à + 50 degrés; sa température d'ébullition à été trouvée par M. Roussin de + 145 degrés.

» Ces propriétés physiques sont, comme on le voit, bien différentes et font déjà pressentir qu'elles appartiennent à deux corps différents. C'est ce que l'analyse va nous prouver :

» L'hydrate de chloral pur, $C^4HCl^3O^2H^2O^2$, renferme 64,35 pour 100 de chlore. Le produit que j'ai obtenu par le procédé de M. Dumas m'a donné 63,79 pour 100 (1). Celui de M. Roussin n'a donné que 54,89 et 54,86 pour 100 (2). Ces nombres seuls indiquent bien que ces produits sont différents, et que le corps obtenu par M. Roussin n'est pas de l'hydrate de chloral.

» Ces résultats m'ont fait penser que ce corps pourrait bien être une espèce d'acétate trichloré, se rapprochant de celui qui a été décrit par M. Lieben. En effet, la quantité de chlore qu'il renferme lui assignerait la formule $C^4HCl^3O^2, C^4H^6O^2$, pour lequel le calcul donne 54,55 pour 100 de chlore. Je ne puis toutefois donner cette formule comme définitive et certaine, le temps ne m'ayant pas permis de me livrer à des analyses suffisantes pour cela; je me propose de le faire ultérieurement.

» Quoi qu'il en soit, guidé par ces données, j'ai voulu vérifier si ce corps ne renfermait pas d'alcool. Pour cela, je l'ai traité par la soude caustique, après l'avoir dissous dans l'eau; puis, ayant chassé tout le choroforme produit, à l'aide d'une légère chaleur, j'ai opéré des distillations fractionnées de la liqueur, et j'ai pu, à l'aide du carbonate de potasse cristallisé, selon le procédé de M. Berthelot, isoler une quantité assez notable d'alcool très-

(1) Matière.............. 0,370,
AgCl obtenu......... 0,954.

(2) I. Matière..... 0,477, AgCl obtenu..... 1,057,
II. Matière..... 0,707, » » ..... 1,568.

concentré, en opérant sur 20 grammes de matière. Le doute n'était plus possible, d'après ce résultat : le corps obtenu par M. Roussin n'est point de l'hydrate de chloral, mais une combinaison de chloral anhydre avec l'alcool, une espèce d'acétal. C'est ce que la synthèse est venue confirmer.

» Si l'on ajoute, à 50 grammes de chloral anhydre, $14^{gr},25$ ou 1 équivalent d'alcool absolu, on voit qu'il y a une production considérable de chaleur, de même qu'en combinant le chloral anhydre avec l'eau. Par le refroidissement, la matière cristallise et ressemble, à s'y méprendre, au composé de M. Roussin ; enfin, le produit pressé fortement, puis distillé, présente les propriétés décrites plus haut et appartenant au prétendu chloral que ce chimiste a obtenu. Il possède la même odeur éthérée, le même point de fusion (+ 50 degrés) et se comporte avec l'eau de la même manière que lui, etc., etc.

» Je crois pouvoir conclure de ce qui précède que le produit obtenu par M. Roussin n'est pas de l'hydrate de chloral, mais une combinaison d'alcool et de chloral, une espèce d'acétal, présentant quelques-unes des réactions qui appartiennent à l'hydrate de chloral. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Méthode de séparation du lévulose et du sucre interverti ; par* M. **Dubrunfaut**. (Extrait.)

« En faisant connaître la composition exacte du sucre interverti en glucoses dextrogyre et lévogyre (lévulose), nous avons indiqué brièvement diverses méthodes pour vérifier notre analyse et pour effectuer expérimentalement la séparation des deux glucoses. L'une de ces méthodes, reproduite incidemment dans une Note qui a paru dans les *Comptes rendus* (t. XLII, p. 901), est fondée sur la propriété remarquable que possède la chaux de former à froid avec le lévulose un composé cristallin insoluble, qu'on peut séparer avec facilité d'une eau mère qui retient en dissolution le glucose dextrogyre, en combinaison calcique soluble.

» Cette expérience, bien démonstrative de la composition du sucre interverti, a été admise comme expérience de cours dans l'enseignement de la Faculté des Sciences de Paris. Malgré cette autorité et malgré les vérifications faites par MM. Pelouze, Mitscherlich, Magnus, Stas, Melsens, etc., notre expérience a été récemment, dans les *Comptes rendus*, l'objet d'une critique tendant à la signaler comme une erreur. Nous croyons donc devoir la décrire avec quelques détails.

» Si l'on place dans un verre à expériences 1 décilitre de sirop, conte-

nant 10 grammes de sucre préalablement interverti par les moyens connus, et qu'on y ajoute à froid, c'est-à-dire à la température la plus basse possible, 6 grammes de chaux hydratée en poudre impalpable, en ayant soin de l'agiter rapidement, il se produit d'abord une émulsion laiteuse, avec une légère élévation de température qu'on peut et qu'on doit même combattre à l'aide d'un bain réfrigérant amené à la température de la glace fondante (1). L'agitation favorise la dissolution de la chaux, et à cette réaction succède immédiatement la réaction caractéristique de l'expérience. Le liquide laiteux se prend instantanément en masse cristalline, d'une consistance telle, que le verre dans lequel se fait l'opération peut être renversé sans qu'il en sorte rien.

» Le magma cristallin produit doit être placé dans un linge à tissu serré, et soumis à la presse; on le scinde ainsi en deux parties, l'une solide, qui reste dans le nouet, et l'autre fluide, qui sort presque limpide à travers le tissu. En examinant ces deux produits séparément, c'est-à-dire en leur enlevant la chaux à l'aide d'un acide quelconque, mais mieux avec les acides oxalique, sulfurique ou carbonique, qui donnent des sels de chaux insolubles, on obtient les deux sucres isolés, avec une perfection qui suffit à la constatation de toutes leurs propriétés caractéristiques.

» Voici une vérification simple des résultats de l'expérience que nous venons de décrire, faite avec le secours des nombres fournis par le saccharimètre usuel de Soleil, dont la graduation, on le sait, exprime des rotations égales à des centièmes de millimètre de cristal de roche perpendiculaire à l'axe optique.

» 10 grammes de sucre de canne dissous dans $0^{lit},1$ donnent, sous une couche de $0^{m},2$, une rotation de 60 à 61° ↗. Cette solution intervertie donne 21 à 22 degrés de rotation ↖, à la température de + 14 degrés.

» L'eau mère de notre expérience, traitée par l'acide carbonique, donne à l'observation optique une déviation de 16° ↗ à + 14 degrés, qui devient 18° à + 52 degrés. La différence de ces deux observations est due au lévulosate de chaux, qui est un peu soluble dans le glucosate dextrogyre.

» Le lévulosate de chaux resté dans le nouet, délayé dans $0^{lit},1$ d'eau, c'est-à-dire ramené au volume du liquide primitif, puis décomposé à froid par l'acide carbonique, donne une solution sucrée qui, à l'observation op-

(1) Cette expérience réussit également bien à la température de + 15 à + 20 degrés sans intervention de glace, mais les résultats sont plus parfaits avec les précautions que nous indiquons ici.

tique, a un pouvoir rotatoire de 44 à 45° ↘ à + 14 degrés, et de 33 à 34° ↘ à + 52 degrés. Le sucre contenu dans cette dernière solution est donc du lévulose sensiblement pur, et la proportion séparée, plus la proportion minime qui reste dans l'eau mère, correspond à la composition que nous avons assignée au sucre interverti. Cette analyse, quant à la séparation du lévulose, offre donc une perfection dont l'analyse immédiate organique offre peu d'exemples. Cela tient à la presque insolubilité du lévulosate calcique qui se forme dans ces conditions.

» Ce lévulosate est parfaitement cristallisé en petits prismes aiguillés, qui sont doués de la double réfraction. Ils ne sont solubles dans l'eau pure que pour une proportion moindre de 3 millièmes. Ils sont fort altérables dans l'eau à la température de + 40 à + 50 degrés, et plus encore à 100 degrés. Cependant on peut les conserver pendant plusieurs heures à zéro, sans altération sensible. Ces faits, du reste, sont analogues à ceux qu'a si bien décrits M. Peligot pour le glucose dextrogyre.

» Dans une expérience faite comme celle que nous venons de décrire et conduite aussi rapidement que possible, la transformation connue des glucoses sous l'influence de la chaux est très-faible, car l'hydrotimètre si précis de MM. Boudet et Boutron n'accuse, dans les sirops, que des traces de chaux après le traitement carbonique complet, suivi d'un chauffage à l'ébullition.

» Avons-nous besoin de dire, après ces explications, que notre expérience ne peut être faite d'une manière quelconque et sans les précautions qu'imposent les faits connus sur l'altérabilité des glucoses sous l'influence de la chaleur et des alcalis.

» Notre méthode de séparation du lévulose par la chaux est tellement exacte et précise, qu'elle pourrait s'appliquer utilement à la recherche du lévulose dans des liquides qui en contiendraient moins d'un centième.

» Cette méthode est utilement applicable à l'analyse de tous les fruits sucrés et de tous les produits qui contiennent du sucre interverti, comme les miels, les mélasses de canne, etc. La grande importance que présente le sucre interverti, considéré comme produit alimentaire industriel et agricole, donnerait un grand intérêt aux procédés qui permettraient de pratiquer industriellement l'analyse que nous avons pu effectuer dans le laboratoire. En effet, nos expériences assignent au lévulose une propriété édulcorante au moins égale à celle du sucre de canne, tandis que celle du glucose dextrogyre est de beaucoup inférieure. Ce serait sans doute un grand résultat économique, que de pouvoir scinder le sucre des raisins

et des fruits en deux produits diversement utiles, l'un comme principe sucré, pouvant remplacer le sucre de canne sous forme de sirop, l'autre remplaçant le glucose de fécule pour tous les usages industriels. »

PHYSIQUE VÉGÉTALE. — *Sur les métamorphoses et les migrations des principes immédiats dans les végétaux herbacés; par* **M. P.-P. Dehérain.**

« Quand on étudie, au printemps, les jeunes feuilles des végétaux herbacés, on y reconnaît, outre de l'albumine facile à coaguler par la chaleur, du tanin et du glucose; ce dernier est particulièrement abondant, et c'est là un fait favorable à l'opinion qui le considère comme formé directement dans les feuilles par l'union de l'oxyde de carbone et de l'hydrogène provenant de la décomposition simultanée de l'acide carbonique et de l'eau; sa production serait corrélative à ce dégagement d'oxygène qui se produit dans toutes les feuilles éclairées par les rayons du soleil.

» Un peu plus tard, quand la végétation est plus développée, quelques-unes des feuilles du pied jaunissent, elles se vident alors des principes immédiats et des matières minérales qu'elles renfermaient; on retrouve les uns et les autres dans les jeunes feuilles du haut, qui nous apparaissent dès lors, non-seulement comme les laboratoires dans lesquels le végétal élabore ses principes immédiats, mais encore comme le réceptacle de ceux de ces principes, élaborés par les premières feuilles, qui n'ont pas été utilisés à la formation de la cellulose et de la matière verte.

» Si l'on poursuit l'examen de la plante dans les phases suivantes de la végétation, on reconnaît que les feuilles se vident encore, mais cette fois au profit des tiges qui vont porter les épis; pendant cette migration, une métamorphose importante s'est produite, et le sucre de canne s'est en partie substitué au glucose, et bien qu'il ait été impossible, jusqu'à présent, de transformer, dans le laboratoire, le glucose en sucre de canne, la régularité avec laquelle on les voit se succéder dans le blé, le seigle, le maïs, le colza, me fait supposer qu'ils dérivent l'un de l'autre.

» Quand l'épi se forme, le sucre de canne et l'albumine disparaissent des tiges, toute la plante s'appauvrit au profit des jeunes graines (*voyez* notamment le beau travail de M. Is. Pierre sur le développement du blé), qui renferment bientôt tous les principes élaborés par la plante, mais qui les renferment profondément modifiés : en effet, ils y sont tous insolubles, le sucre de canne est devenu l'amidon, et l'albumine s'est transformée en gluten.

» Les recherches sur l'évaporation de l'eau, que j'ai présentées à l'Académie au mois d'août dernier, m'ont conduit à esquisser le mécanisme du transport des principes immédiats des feuilles inférieures jusqu'à celles du sommet; on reconnaît, en effet, qu'en exposant des feuilles de différents âges à l'action de la même lumière, les feuilles inférieures, plus âgées, dégagent souvent une quantité moitié moindre que les feuilles du sommet; cette fonction s'affaiblit avec l'âge, comme la propriété de décomposer l'acide carbonique, pour disparaître enfin quand la feuille meurt et se dessèche complétement.

» Pour reconnaître si cette différence dans la puissance d'évaporation entre deux feuilles a une influence sur le transport des principes immédiats qu'elles renferment, j'ai construit un appareil très-simple dans lequel ce transport est mis en évidence.

» Dans un flacon renfermant une petite quantité d'eau plongent deux mèches de coton assujetties dans des tubes de verre : l'une est imprégnée d'une solution de sulfate de cuivre, et son extrémité supérieure s'épanouit librement à l'air; l'autre a été trempée dans une solution de ferrocyanure de potassium, et son extrémité libre est enfermée dans un tube d'essai, dont l'atmosphère, bientôt saturée de vapeur d'eau, empêche toute évaporation. Il n'en est pas de même pour la mèche à sulfate de cuivre : elle évapore constamment; après quelques jours, une partie importante du sulfate de cuivre qu'elle renfermait est venue cristalliser à son extrémité, et un peu plus tard de larges taches brunes annoncent que le ferrocyanure, appelé par le courant ascensionnel que détermine l'évaporation, a quitté la mèche dans laquelle il avait été placé, s'est transporté au travers de l'eau jusqu'à la mèche où l'évaporation est active.

» La différence d'évaporation a suffi pour déterminer, dans cet appareil, un courant analogue à celui qui s'établit dans le végétal gorgé d'eau lorsque l'évaporation, activée par la lumière éclatante des longues journées d'été, lance dans l'air des quantités d'eau dont on a peine à se faire idée; quand le sol se dessèche, durcit, que son humidité s'épuise, les jeunes feuilles ne peuvent suffire à leur dépense incessante qu'en puisant de l'eau de tous côtés : c'est alors que les vieilles feuilles sont dépouillées de l'eau qu'elles renferment et des principes que celle-ci tient en dissolution; c'est alors aussi que la maturation s'avance. Mais que le ciel soit couvert, que la terre soit gorgée d'eau, et tout s'arrête, au contraire; la chaleur ne suffit pas, en effet, pour déterminer l'évaporation et, par suite, le transport des principes immédiats; c'est la lumière qui est l'agent efficace, et deux années

également chaudes pourront être inégalement favorables à la végétation, si elles sont inégalement lumineuses.

» L'évaporation, plus active chez les jeunes feuilles que chez les feuilles plus âgées; nous paraît être la cause qui détermine la migration des principes immédiats solubles d'un point de la plante à l'autre; mais si nous expliquons ainsi aisément le transport du glucose, de l'albumine et de ses phosphates d'une feuille à l'autre, nous ne voyons pas encore comment tous ces éléments vont s'accumuler dans la graine.

» Remarquons d'abord que, dans les graines des céréales au moins, tous les éléments sont insolubles; l'on y trouve, en effet, surtout de l'amidon et du gluten, l'un et l'autre insolubles dans l'eau; c'est de cette insolubilité que nous allons tirer l'explication de l'accumulation.

» Essayons encore de reproduire, dans un appareil inerte, les phénomènes de transport dont nous voulons donner l'explication : dans un vase poreux de porcelaine dégourdie, semblable à ceux dont on fait usage dans la pile de Bunsen, plaçons de l'eau distillée, puis immergeons ce vase dans un verre renfermant une solution de sulfate de cuivre, et nous ne tarderons pas à reconnaître que ce sel se diffusant au travers de la paroi poreuse a pénétré dans le vase intérieur. A ce moment, ajoutons dans celui-ci quelques gouttes d'eau de baryte, qui détermine la précipitation du sel intérieur et détruit l'égale concentration des liqueurs des deux côtés de la paroi poreuse, que la diffusion tendait à établir. Aussitôt que la précipitation a eu lieu, et que l'équilibre est rompu, une nouvelle quantité de sulfate de cuivre pénètre dans le vase poreux; il y est précipité de nouveau par l'addition de l'eau de baryte, et l'on conçoit qu'en renouvelant plusieurs fois ces précipitations, on puisse faire pénétrer dans le vase poreux tout le sulfate de cuivre de la solution extérieure, par cette seule raison que, dans ce vase, ses éléments deviennent insolubles.

» Ainsi quand, dans un système gorgé de liquide, il est un point où les éléments dissous deviennent insolubles, ils s'acheminent vers ce point et s'y accumulent.

» Or, nous avons vu que, dans la graine, les principes immédiats sont insolubles; c'est donc dans la graine qu'ils doivent s'accumuler. Le végétal est, en effet, gorgé d'eau, et les phénomènes de diffusion doivent s'y produire comme dans l'appareil précédent. Au moment où l'ovaire apparaît, une petite quantité des principes qui existent dans la tige et dans les feuilles y pénètre; mais, par suite d'une transformation dont nous ignorons encore le mécanisme, ces principes y deviennent insolubles, et l'eau qui existe

dans ce jeune organe ne renferme plus les principes immédiats en aussi grande quantité que l'eau extérieure; l'équilibre tend donc à s'établir de nouveau; un afflux de ces matières solubles pénètre dans l'ovaire, y devient insoluble, et un courant régulier ne tarde pas à s'établir, qui amène tous les éléments solubles, et détermine leur accumulation au point même où ils deviennent insolubles.

» Ce dernier travail peut s'accomplir sans que l'eau du végétal se déplace; il est donc essentiellement différent de celui qui avait déterminé le transport des matériaux solubles des feuilles du bas jusqu'en haut de la tige; il peut s'accomplir quand la plante est séparée des racines, et, en effet, on a reconnu qu'une moisson un peu hâtive ne nuit en rien à la qualité du grain. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Note sur quelques substances extraites du fruit du* Juglans regia; *par* **M. T.-L. Phipson.**

« Il existe, dans le brou de noix et dans l'épisperme de ce fruit, quelques substances qui sont très-remarquables sous le rapport de leur composition et de leurs réactions, et qui, jusqu'à ce jour, ont échappé à la recherche des chimistes.

» Dans l'enveloppe verte du fruit, ou dans ce qu'on appelle le *brou de noix*, se trouve un corps jaune, cristallisant en octaèdres allongés ou en aiguilles, un peu soluble dans l'eau, plus soluble dans l'alcool et la benzine, mais d'une nature si peu stable, qu'en peu d'heures il se modifie profondément, en donnant naissance à une autre substance douée de propriétés acides, et dont la composition est représentée exactement par la formule $C^6H^6O^7$. Ce dernier est un corps noir, amorphe, de la nature des résines, qui produit avec les alcalis des sels solubles, d'un pourpre magnifique, et avec l'oxyde plomb un sel insoluble brun-violet auquel l'analyse assigne la formule PbO, $C^6H^6O^7$ (séché à 120 degrés). J'espère revenir bientôt sur la préparation et les propriétés de ces substances; je dirai aujourd'hui seulement que l'acide $C^6H^6O^7$, que j'appellerai *acide régianique* (le corps jaune dont il provient sera la *régianine*), entre dans la composition de ce produit impur, très-peu étudié, connu sous le nom de *juglandine*. La décoction aqueuse ou alcoolique de la régianine, bouillie longtemps avec de l'acide hydrochlorique, donne l'acide régianique assez pur, sous forme d'un précipité noir très-dense, soluble en rouge pourpre dans les alcalis.

» Une autre substance, que j'étudie en ce moment, la *nucitannine*, existe

dans l'épisperme de la noix; c'est elle qui est la cause du goût désagréable de cette membrane, d'où elle peut être extraite par l'eau ou l'alcool. C'est un corps de la nature des tannins; il se dédouble sous l'influence des acides minéraux en glucose, en acide ellagique, et en un corps nouveau rouge et insoluble, que j'appelle *acide rothique*. Ce dernier, qui est très soluble dans l'alcool et l'ammoniaque, mais peu soluble dans l'eau froide, a pour composition $C^{28}H^{12}O^{14}$; il se forme aussi des sels rouges foncés avec les alcalis, et avec le plomb un sel insoluble brun amorphe, qui donne à l'analyse la composition $2PbO, C^{28}H^{12}O^{14}$. L'étude de ces différents produits m'occupe depuis quelque temps, et, dès qu'elle sera complète, j'aurai l'honneur de la communiquer à l'Académie.

» Le brou de noix, dans son état récent, est si avide d'oxygène, qu'on peut s'en servir pour faire l'analyse de l'air, comme de l'acide pyrogallique; un mélange de soude et de brou de noix absorbe l'oxygène bien plus vite que ne le fait le phosphore. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur l'explosion et la chute des météorites; par* **M. T.-L. PHIPSON.**

« Je demande la permission de communiquer à l'Académie une observation à l'occasion de la Note publiée par M. Delaunay (*Comptes rendus*, 15 novembre 1869) sur les météorites. Ce savant astronome, en discutant la cause de l'explosion des bolides, a donné une explication de ce phénomène qui coïncide très-bien avec celle que j'ai donnée dans mon volume sur *les météorites*, publié à Londres, en janvier 1867 (1), et que M. Daubrée a bien voulu présenter en mon nom à l'Académie. Dans le Chapitre XVIII de cet ouvrage, j'ai discuté les vues de MM. Haidinger et Reichenbach, d'après lesquelles l'explosion des bolides serait due à l'énorme pression subie par ces corps en passant dans notre atmosphère (pages 187 à 190); ensuite j'ai distingué trois *vitesses* différentes, dont un bolide est doué avant et après sa chute, savoir : la vitesse dans l'orbite, qui nous est inconnue; la vitesse dont il se meut après qu'il a quitté l'orbite, et en décrivant son trajet vers la terre; enfin la vitesse dont tombent les fragments du météorite après l'explosion.

» En dernier lieu (p. 191), tout en admettant jusqu'à un certain point la théorie de M. Haidinger et de M. Reichenbach, émise en 1861 et 1863, je cite

(1) *Meteors, Aerolites and Falling Stars*, by T.-L. PHIPSON, Londres, 1867.

une expérience que j'ai faite, et qui me fait penser que l'énorme température développée à la surface des météorites, pendant leur trajet dans l'atmosphère, peut être toute seule la cause de l'explosion. Voici cette expérience : Si l'on prend une petite balle composée de phosphore, de chlorate de potasse et de gomme, tel que le sommet d'une allumette chimique, et qu'on la chauffe doucement, elle s'enflamme et brûle vivement à une température donnée; mais si l'on introduit soudainement cette petite balle dans un espace ouvert au milieu d'un feu très-chaud, de sorte que sa surface soit portée à une très-haute température avant que l'intérieur de sa masse ait le temps d'être chauffé, la balle éclate; il se produit invariablement une explosion. La même expérience peut être faite avec des pyrites et avec d'autres corps. Or, c'est précisément ce qui a lieu avec les météorites. Les calculs de sir John Herschel et de M. Joule ont montré quelle énorme élévation de température la surface de ces corps subit pendant leur trajet dans l'air, et la mince couche de croûte noire, ou vernis, que l'on remarque sur les météorites, nous indique que cette chaleur intense ne pénètre qu'à une fort petite distance dans l'intérieur de leur masse. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur l'action simultanée du courant intra-pilaire et de l'hydrogène naissant sur les acides organiques.* Note de **M. E. Royer.** (Extrait.)

« La réaction qui se produit dans la pile de Grove ou de Bunsen devait faire supposer qu'en remplaçant dans le vase poreux l'acide azotique par un autre acide ou par un sel oxygéné quelconque, les corps seraient réduits ou modifiés. En partant de là, j'ai eu l'idée d'appliquer cette méthode de réduction aux acides organiques. J'espérais, en prenant pour point de départ l'acide oxalique, le plus minéral des acides organiques, pour ainsi dire, remonter aux acides les plus riches en hydrogène.

» On a fait de nombreux travaux sur l'électrolyse des corps et des acides organiques en particulier. Le procédé employé consiste à plonger les deux électrodes d'une pile dans la solution. Dans ce procédé, qu'on pourrait appeler *extra-pilaire*, le liquide donne lieu à de nouvelles combinaisons, aux dépens de ses propres éléments. Dans la méthode que je propose, on utilise le courant *intra-pilaire*, et l'on fournit aux produits qui résultent de l'électrolyse de grandes quantités d'hydrogène naissant, dans un état électrique particulier; cet hydrogène peut s'ajouter à la substance électrolysée ou la modifier.

» J'ai tenu à m'assurer d'abord si cette méthode était une méthode générale, pouvant s'appliquer à la réduction des acides et des sels minéraux. J'ai expérimenté sur l'acide sulfurique monohydraté. Au bout de très-peu de temps, l'acide se réduit; il se forme, dans le vase poreux et sur la lame de platine qui y plonge, un abondant dépôt de soufre, dont la couleur varie du jaune citron pur au jaune orangé tirant sur le rouge. Il se dégage de grandes quantités d'hydrogène sulfuré, ce qui n'a pas lieu dans l'électrolyse extra-pilaire de l'acide sulfurique.

» Le phosphate acide de chaux donne dans le vase poreux un abondant précipité, qui paraît être du phosphate tribasique, et la lame de platine est fortement noircie. Les résultats de la décomposition n'ont pas été suffisamment examinés.

» J'ai abandonné ces expériences sur les composés inorganiques lorsque j'ai appris les résultats obtenus par M. Schützenberger sur le bisulfite de soude (1).

» J'ai opéré alors sur l'acide oxalique en dissolution concentrée. Cet acide a été placé dans le vase poreux d'une pile de Grove (le platine donne des résultats plus nets que le charbon). Au bout de quelques jours, j'ai obtenu une quantité d'acide formique assez notable pour permettre de caractériser cet acide par toutes ses propriétés chimiques et de l'isoler. Il n'y a donc pas eu simplement dédoublement de l'acide oxalique : l'hydrogène est venu s'ajouter à chacune des demi-molécules, pour former de l'acide formique.

» On ne peut pas admettre non plus qu'il y ait eu décomposition de l'acide oxalique en acide carbonique et acide formique, décomposition qui se produit sous l'influence de la chaleur, et sur laquelle M. Berthelot a fondé sa méthode de préparation de l'acide formique; car le gaz recueilli au sortir de la pile n'était que de l'hydrogène pur, hydrogène non employé, et qui ne contenait pas trace d'acide carbonique.

» J'espère que la même méthode s'appliquera aux autres acides organiques, dont plusieurs sont maintenant en expérience, ainsi que leurs sels. »

---

(1) M. Schützenberger, en faisant des recherches sur un nouvel acide de soufre, imagina de mettre, dans le vase poreux d'une pile, du bisulfite de soude; il reconnut que, par l'électrolyse, le bisulfite se charge de plus en plus d'hydrosulfite, corps dont la composition a donné des nombres qui se rapprochent beaucoup de ceux que donne le bisulfite de soude, mais qui contient de l'hydrogène qui lui donne des propriétés décolorantes (*Bulletin de la Société chimique de Paris*, août 1869).

PHYSIOLOGIE. — *Sur la constitution et le mode de formation de l'œuf des Sacculines. Remarques concernant une Note récente de* M. Ed. van Beneden. Note de **M. Balbiani**, présentée par M. Milne Edwards.

« Les faits exposés dans ma Note précédente (*Compte rendu* du 20 décembre), en confirmant les observations communiquées antérieurement à l'Académie par M. Ed. van Beneden, prouvent que la petite éminence claire placée sur un des points de la surface de l'œuf des Sacculines n'est pas la cicatricule de cet œuf, comme M. Gerbe l'avait pensé, mais qu'elle représente, en réalité, un petit ovule rudimentaire, accolé à l'œuf mûr, et qui s'en détache par la suite.

» M. Ed. van Beneden suppose qu'après sa séparation, ce petit ovule reste dans l'intérieur de l'organe reproducteur et se multiplie par division, pour donner naissance à deux cellules-filles, qui restent accolées l'une à l'autre, et dont l'une devient à son tour un œuf. Dans sa manière de voir, ce serait donc une seule et même cellule qui, par ses subdivisions successives, engendrerait sans cesse de nouveaux œufs. Non-seulement cette explication est peu vraisemblable, mais, de plus, elle est en contradiction formelle avec l'observation directe des faits.

» Voici comment il m'a paru que les choses se passent en réalité, d'après mes études sur l'ovaire à l'état frais et sur des coupes transversales et longitudinales minces du même organe durci dans l'esprit-de-vin. Sur un point d'une des ramifications de l'ovaire, une petite cellule naît d'abord par une sorte de bourgeonnement. Cette cellule repousse, en grandissant, la membrane épithéliale qui forme l'enveloppe extérieure de l'ovaire, et qui devient ainsi la paroi du follicule ovigère. Celui-ci se pédiculise, et la petite cellule contenue dans son intérieur engendre, par voie de division, deux cellules nouvelles semblables à la cellule-mère primitive. Cette division se répète encore une ou deux fois sur chacune de celles-ci, et c'est l'une des cellules-filles de la dernière génération ainsi produite qui devient l'œuf viable. Dans les follicules ovigères, on trouve les ovules restés à l'état rudimentaire sous la forme d'un petit groupe cellulaire situé dans la partie inférieure du follicule, au-dessous de l'œuf en voie de développement. Je ne puis mieux comparer ces corps qu'aux cellules dites *vitelligènes* des Insectes; les uns et les autres me paraissent, en effet, n'être autre chose que des œufs avortés, avec cette distinction, toutefois, qui tient à la différence de leur mode de formation, que, chez les Insectes, ces cellules sont toutes réunies organiquement entre elles et avec l'œuf en voie de dévelop-

pement, tandis que, chez les Sacculines, elles sont libres ou n'ont qu'une connexion peu intime avec ce dernier. Je ne crois pas non plus qu'après la ponte de l'œuf mûr, la petite cellule polaire reste dans l'ovaire pour devenir l'origine d'un œuf nouveau, comme le décrit M. Ed. van Beneden. Il est facile de s'assurer, sur les préparations durcies, que, dans l'intérieur du follicule, cette cellule n'a de rapport qu'avec l'œuf auquel elle est accolée, et que, par conséquent, elle doit être entraînée par celui-ci, à sa sortie du follicule, et tomber avec lui dans le sac ovarien.

» L'intérêt principal que présente le mode de formation des œufs chez les Sacculines consiste dans la multiplication des ovules primordiaux par division spontanée. Cette division avait déjà été admise, comme on sait, chez les Vertébrés supérieurs, par Pflüger, Kölliker, et quelques autres observateurs, mais elle n'a pas été généralement confirmée jusqu'ici. L'existence bien avérée d'un pareil mode de multiplication des ovules primitifs chez les Sacculines ajoute donc un trait de ressemblance de plus à tous ceux qui ont déjà été signalés entre l'élément mâle et l'élément femelle, en nous montrant l'un et l'autre précédés dans leur apparition par des générations plus ou moins nombreuses de cellules dérivant les unes des autres.

» D'accord jusqu'ici avec M. Ed. van Beneden pour combattre les interprétations de M. Gerbe, je suis obligé de me retourner contre lui pour repousser ses critiques concernant ma manière de voir à l'égard du second élément organique dont j'admets l'existence, conjointement avec la vésicule de Purkinje, dans l'ovule des Araignées, des Myriapodes et d'un bon nombre d'autres espèces animales. Et d'abord cet élément existe-t-il également chez les Sacculines? Je n'hésite pas à affirmer qu'il en est ainsi, seulement il n'a rien de commun avec les deux vésicules décrites par M. Gerbe. De plus, ce n'est pas dans l'œuf, déjà plus ou moins obscurci par l'accumulation des globules vitellins, que l'on réussit à constater son existence. Mais si l'on examine les jeunes ovules désignés par M. Ed. van Beneden sous les noms de *cellules-mères* et de *cellules-filles*, avant que leur transparence ait été troublée par le dépôt de granules vitellins dans leur intérieur, on constatera dans le voisinage de la vésicule de Purkinje un petit espace circulaire, ayant le même faible pouvoir réfringent que cette vésicule elle-même, et entouré d'une couche de petites granulations moléculaires. Ce corps, qui se retrouve très-régulièrement dans tous les jeunes ovules, ne dépasse pas $0^{mm},006$ en largeur, celle de la vésicule de Purkinje étant de $0^{mm},014$ en moyenne. Dans les cellules-mères, où la division prochaine du corps cellulaire est annoncée

par l'existence de deux noyaux, chacun de ceux-ci présente à son côté le même espace clair, semblablement entouré d'une zone granuleuse. Enfin, lorsque les deux nouveaux ovules sont déjà bien individualisés, on constate dans chacun, indépendamment du noyau qui lui est propre, le petit corps granuleux à centre transparent, que je signale ici. Il est impossible de ne pas reconnaître dans ce dernier l'analogue du noyau vitellin de l'œuf des Araignées et des Myriapodes, de la tache granuleuse jaunâtre décrite par Ecker, V. Carus et d'autres observateurs dans les ovules de la Grenouille rousse. D'après M. Ed. van Beneden, ce corps ne présenterait jamais les caractères d'une vésicule ou d'un noyau cellulaire; mais ses dénégations à cet égard prouvent simplement que ses observations n'ont pas été plus loin que celles de ses prédécesseurs, et que, comme ceux-ci, il n'a vu que la couche granuleuse, ou formée d'une substance plus ou moins compacte, qui constitue l'enveloppe extérieure du corps vitellin, sans apercevoir la vésicule délicate logée au centre de cette couche.

» J'ai montré, dans un travail antérieur, comment, chez les Araignées et les Myriapodes, la couche corticale était le résultat de la condensation successive du protoplasma vitellin à la surface de la vésicule, et j'ai décrit la manière dont s'organisent, au sein de cette portion condensée du vitellus, les cellules et les granulations germinatives. Chez l'Araignée domestique, l'enveloppe extérieure du corps vitellin forme une sorte de capsule épaisse et solide, composée de couches concentriques; mais en rompant celle-ci par compression, il n'est pas rare que l'on parvienne à faire sortir intacte la vésicule interne, que l'on peut reconnaître alors facilement pour un noyau cellulaire, muni d'un corpuscule central ou nucléole. Chez d'autres Arachnides (*Lycosa*, *Clubiona*, *Drassus*, etc.), ainsi que chez plusieurs Insectes, notamment les Ichneumonides, le dépôt protoplasmatique acquiert une épaisseur ou une densité moindre, ou manque même complétement, et rien n'est plus aisé dès lors que de constater dans l'œuf même la nature vésiculeuse de ce corps. Enfin des variations non moins importantes dans l'aspect extérieur du noyau vitellin sont liées à l'activité plus ou moins grande du travail ovogénique chez les différents individus d'une même espèce. Ces modifications sont en rapport avec l'âge de l'animal, l'état de développement des œufs, les époques de l'année, et peut-être d'autres circonstances encore. Il en résulte des différences très-grandes dans la visibilité du corps qui nous occupe, différences qui donnent la raison de cette assertion de M. Ed. van Beneden, que le corps vitellin n'existe pas d'une manière constante chez tous les individus d'une même espèce. Préoccupé de le retrouver tou-

jours avec des caractères aussi apparents que ceux qu'il présente chez certaines Araignées par exemple, et qui le signalent immédiatement à l'attention de l'observateur, M. Ed. van Beneden ne l'a pas aperçu lorsqu'il affectait la forme d'une simple vésicule nue, d'une excessive délicatesse, et tranchant à peine sur le vitellus qui l'environne de toutes parts. Cependant, même dans ces conditions relativement défavorables à sa constatation, on parvient très-souvent, avec quelque attention, et en s'aidant au besoin de l'action des réactifs, à découvrir la vésicule en question dans un point donné du vitellus. En citant les faits qui précèdent, mon intention est de montrer simplement que ce n'est qu'à l'aide d'observations faites comparativement chez des espèces différentes, et dans des conditions variées d'âge et de saisons, que l'on parvient à s'éclairer sur ce point délicat d'ovogénèse. M. Ed. van Beneden connaissait-il toutes ces particularités de la question qu'il étudiait avant de contester l'exactitude de mes propres observations? Il est permis d'en douter : telle est du moins la conclusion que je crois pouvoir tirer de ses critiques. »

M. F. Hément et **M. F. Lenormant** adressent chacun une Note relative à l'incertitude de l'interprétation donnée au passage de la Bible qui a été cité par *M. Faye*, dans la séance précédente, pour prouver l'existence des chevaux en Égypte et en Syrie du temps d'Abraham.

« On lit, dit M. F. Hément, dans la traduction la plus récente et la plus scrupuleuse du Pentateuque, celle de M. le grand rabbin Vogue, professeur d'exégèse au grand séminaire israélite, la Note suivante, concernant *le* ou *les yémim* : « Ce mot, par sa rareté, l'étrangeté de sa forme et l'incerti-
» tude de son origine, est *absolument énigmatique*. Les uns y voient des
» *sources chaudes* ou *eaux thermales*, les autres certaines *peuplades redou-*
» *tables*, enfin la plupart la *production des mulets*. »

« Le mot *yémim*, dit M. F. Lenormant, ne se retrouve nulle autre part dans la Bible. Dès le temps de la version des Septante, on avait perdu la tradition du sens de ce mot, et les interprètes grecs l'inséraient purement et simplement dans leur texte (εὗρε τὸν ἰαμὶν), sans chercher à le rendre par un équivalent. Onkélos, auteur d'une traduction syrochaldaïque de la Bible environ contemporaine de l'ère chrétienne, a vu là « des géants »; saint Jérôme traduit : *Qui invenit aquas calidas in solitudine, cum pasceret asinas Sebeon patris sui.* C'est seulement au XIe siècle de notre ère que les rabbins occidentaux Raschi et Aben-Esra ont eu l'idée qu'il pourrait être

en cet endroit question de « mulets », et cette traduction a fait pour la première fois son apparition au XVIe siècle, dans les Bibles protestantes. Elle avait assez généralement cours parmi les érudits de cette époque; mais les maîtres de la science philologique moderne ne l'ont pas adoptée. L'illustre Gesenius admet comme la seule possible l'interprétation de la Vulgate « sources d'eau chaude », et, en effet, saint Jérôme atteste que, de son temps, le mot était encore en usage avec ce sens à Carthage. De plus, *yémim* se rattache bien évidemment au radical *yamah*, « être chaud ».

» Voilà pourquoi je n'avais point fait entrer en ligne de compte cette soi-disant mention du mulet dans mon relevé des mentions de l'âne et du cheval dans la Genèse, que j'ai fait directement sur le texte hébraïque et non sur les traductions, qui peuvent si souvent tromper.

» Le vrai nom hébreu du mulet est *pered*. Les premières mentions que la Bible fasse de cette espèce hybride ont trait à l'époque de David (II Sam. XIII, 29, et XVIII, 9), et c'est alors un mulet qui est donné comme la monture de bataille d'Absalom. A dater de ce moment, il en est fréquemment question, comme d'un animal très-répandu dans la Palestine. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur les premiers indices bibliques de la présence du cheval en Égypte et en Syrie* (dernière Note); *par* **M. Faye.**

« Ne sachant pas un mot d'hébreu, je ne puis que m'incliner devant l'autorité des savants philologues qui viennent de critiquer ma première Note; mais, sans vouloir contester positivement les interprétations diverses qu'ils nous donnent de ce mystérieux *jemeï*, où tant de traducteurs se sont accordés à voir des mulets, je tiens à dire à l'Académie qu'avant de me permettre de lui citer un passage peu connu de la Bible pour montrer que le cheval existait en Syrie et en Égypte au temps d'Abraham, j'avais eu bien soin de m'assurer, au préalable, de la parfaite exactitude de cette dernière opinion par l'examen du verset décisif auquel M. Lenormant lui-même s'était référé pour étayer une opinion diamétralement opposée. On va juger de la concordance de ces témoignages.

» Chacun se rappelle l'étonnante opération financière par laquelle Joseph a réussi à dépouiller en trois ans les Égyptiens au profit de Pharaon, d'abord de leur argent, puis de leur bétail, puis enfin de leurs terres et de leur liberté. Voici les trois versets qui marquent la seconde phase de cette espèce de liquidation sociale de l'Égypte opérée sous la contrainte de la famine :

» XLVII, 15. « Quand l'argent du pays de Mitsraïm (1) et du pays de » Kenaân manqua, tous les Égyptiens vinrent auprès de Iosseph et lui » dirent : Donne-nous du pain; pourquoi mourrions-nous à tes yeux, car » l'argent est épuisé? »

» 16. « Iosseph répondit : Donnez votre bétail, et je vous en donnerai » pour votre bétail, si l'argent est épuisé. »

» 17. « Ils amenèrent à Iosseph leur bétail; il leur donna du pain pour » des chevaux, pour des troupeaux de brebis, pour des troupeaux de » bœufs et pour des ânes. Il leur fournit du pain cette année-là pour leur » bétail. »

» Plusieurs conclusions découlent de là. 1° Une pareille opération ne pouvait venir à l'idée d'un vrai roi égyptien; la scène se passe évidemment sous les Pasteurs, qui avaient conquis la basse Égypte depuis plusieurs générations (*voir* le *Voyage d'Abraham en Égypte*), mais qui, malgré l'horreur profonde qu'ils inspiraient aux habitants, n'avaient nullement songé jusque-là à les exproprier et à les réduire en masse en servitude. 2° L'opération de Joseph montre que les indigènes soumis aux Hycsos étaient depuis longtemps propriétaires de chevaux, aussi bien que d'ânes et de bœufs; on ne saurait supposer que ces animaux, qui figurent en tête du bétail égyptien échangé couramment contre du blé pendant une année, fussent alors à l'état de rareté ou de nouveauté. Et comme les nomades qui envahirent l'Égypte ne devaient pas plus avoir de chevaux que les nomades hébreux de provenance analogue (mais venus isolément et beaucoup plus tard), il y a tout lieu de croire que l'introduction des chevaux en Égypte a été antérieure, non-seulement à Abraham, mais même à la domination des Pasteurs. Si les monuments de ces époques reculées ne présentent pas de figures de chevaux, je n'oserai pas conclure, avec M. Lenormant, de ce fait négatif, que le cheval dont nous venons de voir des traces positives n'existait pas en Égypte; j'inclinerais plutôt à croire que son emploi usuel

(1) *Mitsraïm*, les Égyptiens. *Masr* ou *Misr* est encore aujourd'hui le nom de l'Égypte. Le beau steamer du Khédive, sur lequel je suis revenu en Europe, porte ce nom. Cette excellente population de paysans, vêtus de robes et à jambes nues, que j'ai vus labourer les riches campagnes du Delta avec le chameau, le bœuf et l'âne, répond encore parfaitement à l'idée qu'on peut se faire des sujets de Pharaon, en lisant les versets de la Bible; mais les rapides progrès de l'Égypte moderne, les cultures industrielles, les chemins de fer, le canal de Suez, ne tarderont pas, sous l'impulsion d'un Prince ami du progrès, à changer l'aspect de cette étonnante contrée.

a été seulement postérieur à l'époque très-reculée où les minutieuses conventions hiératiques de la sculpture égyptienne ont été fixées. C'est ainsi du moins que les pratiques religieuses de l'antiquité, en général, ont commencé par rejeter absolument les innovations postérieures à certaines époques. De là la prohibition du bronze et du fer pour les embaumements où l'on n'admettait que les couteaux de pierre des époques primitives; celle du pain non levé pour les offrandes; enfin celle des pierres taillées, prohibition qui doit remonter plus haut encore.

» Quant aux mulets qu'Anâ aperçut au désert (si du moins on adopte ce sens pour le mot *jemeï*), je ne me suis pas étonné que la Genèse en ait fait mention comme d'un fait frappant, tandis qu'on ne voit pas trop pourquoi elle aurait très-exceptionnellement interrompu une énumération généalogique pour parler d'un animal rare, ou d'eaux chaudes, ou d'une plante quelconque. On sait, en effet, que les Hébreux, et probablement aussi les Patriarches, avaient en exécration les accouplements entre animaux d'espèces différentes. La vue des mulets devait être choquante pour eux. En condamnant expressément cette pratique familière aux autres nations contemporaines, Moïse se faisait sans doute l'interprète d'un vieux sentiment tout particulier à la race que Dieu l'avait chargé de diriger (1).

» On voit, du moins, que mes conclusions sur l'ancienneté du cheval en Égypte ne dépendaient pas uniquement du sens attribué au mot *jemeï*; elle subsisteraient quand même mes savants contradicteurs parviendraient à s'entendre pour corriger, sur ce point, les traductions de la Bible dont je me suis servi. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Quelques réflexions sur l'allaitement maternel; par* **M. E. Decaisne.** (Extrait.)

« 1° La grossesse, les couches, la lactation doivent être considérées comme une chaîne qu'on ne peut rompre sans préjudice pour la mère et pour l'enfant.

» 2° Un grand nombre de faits prouvent que la mère qui ne nourrit pas son enfant est plus exposée à la péritonite, à la métrite, aux abcès de

---

(1) *Lévitique*, XVIII, 3. « Vous ne ferez point ce qui se fait dans le pays d'Égypte où vous avez habité, ni ce qui se fait au pays de Chanaan, dans lequel je vous fais entrer, et vous ne marcherez point suivant leurs lois. » *Lévitique*, XIX, 19. « Tu n'accoupleras point tes bêtes avec d'autres de diverses espèces. »

différentes natures, à certaines maladies chroniques, au cancer du sein et de l'utérus.

» 3° Il est d'observation, comme je le démontrerai dans un travail que je prépare, que la chlorose, l'anémie, quelques affections de l'estomac et cet état qu'on désigne sous le nom vague de *faiblesse de constitution*, bien loin d'être pour le médecin un motif pour dissuader la mère de nourrir, doivent au contraire, dans la majorité des cas, lui faire considérer la lactation comme un moyen de rétablir le parfait équilibre des fonctions de l'organisme.

» 4° J'admets, bien entendu, que certaines femmes ne peuvent pas nourrir, mais on doit recommander l'allaitement maternel dans tous les cas où la santé de la femme ne doit pas être compromise, et les cas sont rares, même à la ville, où la femme ne peut pas remplir ce devoir. Il ne faut pas se lasser de le répéter, il n'est pas indispensable qu'une femme soit très-robuste et d'une santé irréprochable pour nourrir son enfant, tandis qu'il faut être plus exigeant pour les conditions que doit réunir la nourrice mercenaire.

» 5° Je pense que ces réflexions, qui, je l'avoue, n'ont pas toutes le mérite de la nouveauté, doivent être prises en considération dans cette grave question de la mortalité et de l'alimentation des nouveau-nés, que les règlements administratifs ne pourront peut-être jamais résoudre d'une manière satisfaisante. Mais je crois que, si le problème qui s'impose aujourd'hui aux méditations des médecins et des économistes peut être simplifié, ce ne sera que par le retour à l'observation des lois de la nature qu'on ne transgresse jamais impunément. »

M. **Bonjean** adresse, de Chambéry, une Note concernant la recherche de l'acide cyanhydrique et des cyanures dans les cas d'empoisonnement (1).

M. P. **Guyot** adresse, de Nancy, une Note sur « La valeur toxique de l'acide rosolique ». La conclusion des expériences exécutées par l'auteur est que l'acide rosolique n'est pas vénéneux, et qu'il ne produit aucun acci-

(1) La Note ne donnant pas de détails suffisants sur les procédés expérimentaux employés par l'auteur, il a paru nécessaire d'attendre que ces détails fussent connus, pour rendre compte des résultats.

dent lorsqu'il touche directement la peau : on peut s'en servir pour préparer diverses matières colorantes.

M. **Trouvé**, en reconnaissant la priorité revendiquée par *M. Favre*, dans la séance du 13 décembre, pour l'emploi de l'électricité dans la recherche des corps métalliques au milieu des tissus de l'organisme, croit avoir rendu la méthode pratique en réunissant dans sa trousse électromédicale, sous un poids d'environ 75 grammes, tous les éléments nécessaires à cette recherche.

M. L. **Colin** adresse à l'Académie, au sujet de la réclamation de *M. Burdel* concernant les émanations telluriques, les épreuves d'un travail qu'il publie dans les *Archives de médecine*. Il indique, dans ce travail, la part qui lui semble revenir à ceux qui l'ont précédé : sa seule prétention est d'avoir étendu cette conception étiologique à la pathologie générale des fièvres.

M. **Goutèyron** adresse une Note relative à l'influence de la coque des navires en fer, sur la direction de l'aiguille aimantée, et à une méthode propre à en corriger les effets.

M. **Jouglet** adresse une Note concernant la production d'une poudre explosive par l'action du gaz de l'éclairage sur une solution d'azotate de cuivre.

Les observations de l'auteur confirment les beaux travaux de M. Berthelot sur l'acétylène.

« M. **Chasles** fait hommage à l'Académie, de la part de l'auteur, M. le Prince *Boncompagni*, d'un travail qui renferme une analyse fort étendue de l'ouvrage de M. Valson, sur la vie et les travaux de notre illustre confrère le Baron Cauchy. »

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Physique, par l'organe de son doyen **M. Becquerel**, présente la liste suivante de candidats à la place de Correspondant vacante par suite du décès de *M. Marianini* :

En première ligne . . . . . . **M. Helmholtz.**

En seconde ligne et par ordre alphabétique . . . .
- **M. Angström**, à Upsal.
- **M. Billet**, à Dijon.
- **M. Dove**, à Berlin.
- **M. Grove**, à Londres.
- **M. Henry**, à Philadelphie.
- **M. Jacoby**, à Saint-Petersbourg.
- **M. Joule**, à Manchester.
- **M. Kirchhoff**, à Heidelberg.
- **M. Mayer**, à Heilbroon.
- **M. Riess**, à Berlin.
- **M. Stockes**, à Cambridge.
- **M. W. Thomson**, à Glascow.
- **M. Tyndall**, à Londres.
- **M. Volpicelli**, à Rome.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 20 décembre 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

Les plantes utiles; par M. A. MANGIN. Tours, 1870; 1 vol. in-8° avec illustrations de YAN' DARGENT et W. FREEMAN.

Nos ennemis et nos alliés. Études zoologiques; par M. A. MANGIN. Tours, 1870; 1 vol. grand in-8°, avec illustrations de BAYARD, W. FREEMAN, GERLIEN et YAN' DARGENT.

Le Ciel. Notions d'astronomie à l'usage des gens du monde et de la jeunesse; par M. A. GUILLEMIN, 4e édition. Paris, 1870; 1 vol. grand in-8° relié, avec planches et figures.

Le Soleil; par M. A. GUILLEMIN. Paris, 1870; 1 vol. in-12, avec figures.

La houille; par M. G. TISSANDIER. Paris, 1869; 1 vol. in-12 illustré. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Pau. Étude de météorologie médicale au point de vue des maladies des voies respiratoires; par M. R. LAHILLONNE. Paris, 1869; br. in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Notes médicales et observations sur divers hôpitaux en Italie, en Sicile et aux Échelles du Levant; par M. G. DUFOUR. Toulouse, 1869; br. in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Étude sur l'uranoplastie dans les applications aux divisions congénitales de la voûte palatine; par M. J. EHRMANN. Paris, 1869; in-4°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Traité pratique des maladies des dents; par M. A. PRÉTERRE, 2e édition. Paris, 1869; 1 vol. in-12.

Physiologie et pathologie chirurgicales. De la régénération des os par l'ostéoplastie périosto-médullaire. Troisième et quatrième Mémoires, précédés d'une allocution à la mémoire du Baron Dupuytren; par M. J.-B.-P. BRUN-SÉCHAUD. Limoges, 1869; br. in-8°.

Mémoire de la Société linnéenne du nord de la France, année 1867. Amiens, 1869; in-8°.

Société impériale d'Agriculture, Histoire naturelle et Arts utiles de Lyon. Comptes rendus des séances, 4e série, t. II, n° 4. Lyon et Paris, 1869; br. in-8°.

Mémoire pour servir à la connaissance de la division inférieure du terrain crétacé pyrénéen; par M. A. LEYMERIE. Paris, 1869; br. in-8°.

Sur le mode de formation de l'œuf et le développement embryonnaire des Sacculines; par M. E. VAN BENEDEN. Paris, 1869; opuscule in-4°.

Études géométriques sur la théorie des parallèles; par M. J.-N. LOBATSCHEWSKY, traduit de l'allemand par M. J. HOÜEL, suivi d'un extrait de la *Correspondance de Gauss et de Schumacher*. Paris, 1866; br. grand in-8°.

La Science absolue de l'espace indépendante de la vérité ou de la fausseté de l'axiome XI *d'Euclide, etc.; par* M. J. BOLYAI, précédé d'une *Notice sur la vie et les travaux de* W. *et de* J. BOLYAI; *par* M. F. SCHMIDT. Paris, 1868; br. grand in-8°.

Emploi de l'armature externe du câble sous-marin pendant que l'armature

interne ou conducteur isolé transmet la dépêche télégraphique; Communication de M. ZANTEDESCHI *à* M. QUETELET. Padoue, 1869; opuscule in-8°.

L'empire de la logique. Essai d'un nouveau système de philosophie; par M. S. TURBIGLIO. Florence, Turin et Milan, 1870; in-12.

Note sur la différence entre la pluie et l'évaporation observée à Lausanne; par M. L. DUFOUR. Lausanne, 1869; br. in-8°.

Du rouissage des plantes textiles considéré dans ses rapports avec l'hygiène et la salubrité publiques; par M. E. MARCHAND. Rouen, 1869; br. in-8°.

Memoirs... *Mémoires de la Société philosophique et littéraire de Manchester*, 3e série, t. III. Londres, 1868; in-8° relié.

Proceedings... *Procès-verbaux de la Société littéraire et philosophique de Manchester*, t. V à VII. Manchester, 1866 à 1868; 3 vol. in-8°.

The... *Journal de la Société linnéenne. Botanique*, t. X, n° 48; t. XI, nos 49 à 51. Londres, 1869; 3 nos in-8°

The... *Journal de la Société linnéenne. Botanique*, t. XII. Londres, 1869; 1 vol. in-8° relié.

The... *Journal de la Société linnéenne. Zoologie*, t. X, nos 43 à 46. Londres, 1868-1869; 4 brochures in-8°.

List... *Liste des Membres de la Société linnéenne de Londres*, 1868. Londres, 1869; br. in-8°.

The... *Transactions de la Société linnéenne de Londres*, t. XXVI, 2e et 3e parties. Londres, 1868-1869; 2 vol. in-4°.

Proceedings... *Procès-verbaux de la Société linnéenne de Londres*, session 1868-1869. Londres, sans date; in-8°.

Geology... *Géologie du Nouveau-Jersey, publiée par ordre de la Magistrature; par* M. Georges-H. COOK. Newark, 1868; 1 vol. in-8° relié, avec atlas in-4°.

Minutes... *Comptes rendus des séances de l'Institution des Ingénieurs civils, avec un résumé des discussions*. Londres, 1869; 1 vol. in-8° relié.

Sulle... *Sur les variations périodiques du baromètre sous le climat de Milan; Mémoire de* MM. V. SCHIAPARELLI *et* G. CELORIA. Sans lieu ni date; br. in-4°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 27 décembre 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

Recherches pour servir à l'histoire naturelle des Mammifères; par MM. H.-Milne EDWARDS *et* Alph.-Milne EDWARDS, 5e livr., texte et planches. Paris, 1869; in-4°.

De l'influence de l'eau sur les doubles décompositions salines et sur les effets thermiques qui les accompagnent; par M. C. MARIGNAC. Genève, 1869; br. in-8°. (Tiré des *Archives des Sciences de la Bibliothèque universelle.*)

Direction générale des Douanes. Tableau décennal du Commerce de la France avec ses colonies et les puissances étrangères, 1857 à 1866, 1re partie. Paris, octobre 1869; 1 vol. grand in-4°.

Annuaire pour l'an 1870, *publié par le Bureau des Longitudes*. Paris, 1870; 1 vol. in-18. (Présenté par M. Mathieu.)

Essai sur la géologie de la Palestine et des contrées avoisinantes, telles que l'Égypte et l'Arabie, etc.; par M. L. LARTET, 1re partie. Paris, 1869; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. de Verneuil.)

Les Pierres. Esquisses minéralogiques; par M. L. SIMONIN. Paris, 1869; 1 vol. grand in-8° avec planches et figures.

Complément du Dictionnaire des Arts et Manufactures; par M. Ch. LABOULAYE. Paris, 1868; 1 vol. grand in-8°.

De l'urine et des sédiments urinaires, etc.; par MM. C. NEUBAUER *et* J. VOGEL, *précédé d'une Introduction par* M. R. FRESENIUS; *traduit sur la cinquième édition allemande par* M. le Dr L. GAUTIER, Paris, 1870; 1 vol. in-8° avec planches et figures.

Prophylaxie du choléra en Orient. L'hygiène et la réforme sanitaire en Perse; par M. THOLOZAN. Paris, 1869; in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Mémoire sur le télomètre à prismes, appareil donnant la distance au but pour le tir des bouches à feu et les reconnaissances; par M. C.-M. GOULIER. Paris, 1869; br. in-8°. (Extrait du n° 18 du *Mémorial de l'officier du Génie.*)

Le flux moteur, ou la marée employée comme force motrice à n'importe quelle distance de la mer; par M. F. TOMMASI. Paris, 1869; br. in-8°.

Actes de l'Académie impériale des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Bordeaux, 3e série, XXXe année, 1868, 3e trimestre. Paris, 1868; in-8°.

Observatoire météorologique de Montsouris. Bulletin du 1er *au* 27 *décembre* 1869. Paris, 1869; in-4°. (Présenté par M. Ch. Sainte-Claire Deville.)

Intorno... *Sur une œuvre de* M. C.-A. Valson, *intitulée :* « La vie et les travaux du Baron Cauchy » : *analyse de cet ouvrage par* M. B. BONCOMPAGNI. Rome, 1869; in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

Polimorfismo... *Polymorphisme des animaux; par* F. FABRETTI. Pérouse, 1869; in-12.

Ueber... *Sur les fonctions des stomates; par* M. Ch. CZECH. Sans lieu ni date; in-4°. (Tirage à part du *Journal de Botanique*, XXVIIe année, 1869.)

Grundriss... *Base de la thermochimie, ou Science des rapports entre la chaleur et les phénomènes chimiques au point de vue de la théorie mécanique de la chaleur*; *par* M. A. NAUMANN. Brunswick, 1869; in-8°.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE DÉCEMBRE 1869.

Annales industrielles; liv. 27, 1869; in-4°.

Annales de la Société d'Hydrologie médicale de Paris; t. XVI, 1re livraison, 1869; in-8°.

Annales de l'Observatoire Météorologique de Bruxelles; n° 11, 1869; in-4°.

Annales des Conducteurs des Ponts et Chaussées; septembre 1869; in-8°.

Bibliothèque universelle et Revue suisse; n° 144, 1869; in-8°.

Bulletin de l'Académie impériale de Médecine; n° du 30 novembre 1869; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique; n° 11, 1869; in-8°.

Bulletin de la Société académique d'Agriculture, Belles-Lettres, Sciences et Arts de Poitiers; nos 139 à 141, 1869; in-8°.

Bulletin de la Société d'Agriculture, Sciences et Arts de la Sarthe; 3e trimestre 1869; in-8°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale; octobre 1869; in-4°.

Bulletin de la Société de Géographie; octobre 1869; in-8°.

Bulletin de la Société de l'Industrie minérale; janvier à mars 1869; in-8° avec atlas in-fol.

Bulletin des séances de la Société impériale et centrale d'Agriculture de France; n° 11, 1869; in-8°.

Bulletin général de Thérapeutique; 15 décembre 1869; in-8°.

Bulletin hebdomadaire du Journal de l'Agriculture; nos 50 à 52, 1869; in-8°.

Bullettino meteorologico dell' Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto; n° 9, 1869; in-4°.

Bullettino meteorologico dell' Osservatorio di Palermo; nos 9 et 10, 1869; in-4°.

Bullettino meteorologico del R. Osservatorio del Collegio Romano; n° 11, 1869; in-4°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences; n°s 23 à 26, 2e semestre 1869; in-4°.

Cosmos; n^{os} des 4, 11, 18, 25 décembre 1869; in-8°.

Correspondance slave; n°s 39 à 43, 1869; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; n°s 143 à 150, 1869; in-4°.

Gazette médicale de Paris; n°s 50 à 52, 1869; in-4°.

Journal d'Agriculture pratique; n°s 49 à 51, 1869; in-8°.

Journal de Chimie médicale, de Pharmacie et de Toxicologie; décembre 1869; in-8°.

Journal de l'Agriculture; n° 83, 1869; in-8°.

Journal de l'Éclairage au Gaz; n° 18, 1869; in-4°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées; octobre 1869; in-4°.

Journal de Médecine de l'Ouest; 30 novembre 1869; in-8°.

Journal de Médecine vétérinaire militaire; novembre 1869; in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; décembre 1869; in-8°.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; n°s 34 et 35, 1869; in-8°.

Journal des Fabricants de Sucre; n°s 35 à 37, 1869; in-fol.

Kaiserliche... *Académie impériale des Sciences de Vienne;* n° 26, 1869; in-8°.

L'Abeille médicale; n°s 50 et 51, 1869; in-4°.

L'Aéronaute; décembre 1869; in-8°.

L'Art médical; décembre 1869; in-8°.

La Santé publique; n°s 47 à 49, 1869; in-4°.

Le Moniteur de la Photographie; n°s 18 et 19, 1869; in-4°.

Les Mondes; n^{os} des 2, 9, 16, 23, 30 décembre 1869; in-8°.

L'Imprimerie; n° 71, 1869; in-4°.

Le Mouvement médical; n°s 50 à 52, 1869; in-4°.

Magasin pittoresque; décembre 1869; in-4°.

Montpellier médical... Journal mensuel de Médecine; décembre 1869; in-8°.

Nouvelles Annales de Mathématiques; décembre 1869; in-8°.

Nouvelles météorologiques, publiées par la Société météorologique; n° 12, 1869; in-8°.

Observatorio... *Publications de l'Observatoire météorologique de l'Infant don Luiz à l'École Polytechnique de Lisbonne;* décembre 1868, janvier et février 1869; in-f°.

Pharmaceutical Journal and Transactions, octobre 1869; in-8°.

Revue des Cours scientifiques; n°s 1 à 4, 1869; in-4°.

Revue des Eaux et Forêts; décembre 1869; in-8°.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; n° 24, 1869; in-8°.

Revue hebdomadaire de Chimie scientifique et industrielle; n°s 6 à 8, 1869; in-8°.

Revue médicale de Toulouse; décembre 1869; in-8°.

ERRATUM.

(Séance du 20 décembre 1869.)

Page 1325, ligne 18, *au lieu de* depuis par Ekrmann, *lisez* depuis Ehrmann.

FIN DU TOME SOIXANTE-NEUVIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JUILLET — DÉCEMBRE 1869.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME LXIX.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

L

M

N

O

P

Q

S

T

V

W

Z

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

G

H

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

V

RECTIFICATION D'UN PASSAGE DU *Compte rendu* DE LA SÉANCE DU 23 AOUT 1869.

Ce passage fait partie du Rapport sur les prototypes du système métrique, le mètre et le kilogramme des Archives (pages 514-518), et vient à la suite du dernier paragraphe, dans lequel la Commission propose à l'Académie « de demander au Gouvernement de provoquer la formation d'une » Commission internationale, qui serait chargée d'étudier les modes d'exécution des étalons destinés » aux divers pays, et de choisir les méthodes de comparaison ou les instruments de vérification qu'il » convient de mettre en usage pour les obtenir dans l'état actuel de la science. »

Aux deux dernières lignes de la page 518 et aux huit premières de la page 519 substituer la rédaction suivante :

« Avant que ces conclusions soient mises aux voix, M. CHEVREUL prend la parole et s'exprime en ces termes :

« Après avoir entendu le Rapport qui vient d'être lu sur le système métrique français, j'éprouve » la plus vive satisfaction, et je m'empresse d'autant plus d'y donner ma pleine adhésion, que pro» chainement je ferai hommage à l'Académie d'un ouvrage *sur la méthode* A POSTERIORI *expérimen-* » *tale* et *sur ses applications;* on verra que c'est sur la base même de cet ouvrage que repose » l'adhésion que je suis si heureux de donner à la conclusion du Rapport et à l'esprit qui l'a dicté. »

Personne, après M. Chevreul, ne demandant la parole, les conclusions du Rapport sont mises aux voix et adoptées à l'unanimité.

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
Paris. — Rue de Seine-Saint-Germain, 10, près l'Institut.